

MINERIA Y metalurgia

OCTUBRE 1972
AÑO 1 · Nº 1
BUENOS AIRES

PUBLICACION MENSUAL ESPECIALIZADA

REDACCION Y ADMINISTRACION:
Piedras 338 - 2º P. - Of. 15
Teléfono 72-1377
Registro de la Propiedad
Intelectual en trámite

DIRECTOR *

Juan M. Vigo

SUBDIRECTOR

Guillermo Abregú Mittelbach

GERENTE DE PUBLICIDAD

Jorge Sanabria

DEPARTAMENTO TECNICO

Carlos de Abreu

DEPARTAMENTO FOTOGRAFICO

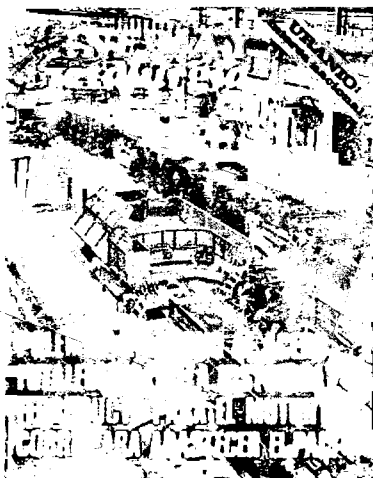
Armando L. Dilernia

CORRESPONSAL EN SANTIAGO DEL ESTERO

René Victorio Gómez

COLABORAN EN ESTE NUMERO

Carlos Abregú Virreira
Carlos Casale
Marcelino Marín
Gerardo Martierena



NUESTRA PORTADA:

Vista parcial del nuevo tren de laminación de acero de ACINDAR.

Pág.

- | | |
|----|---------------------------------------|
| 3 | EDITORIAL |
| 4 | POLEMICA EN TORNO AL ACERO |
| 8 | UN FERRODUCTO PARA MUTUN |
| 10 | FUTALEUFU - BATALLA PARA LA HISTORIA |
| 14 | COBRE PARA ABASTECER EL PAIS |
| 18 | UN CORAZON DE ACERO |
| 22 | MINERIA Y METALURGIA LATINOAMERICANA |
| 23 | AGUA Y ENERGIA |
| 24 | EL SABIO DE PILCIAO |
| 29 | URANIO: INTERES NACIONAL |
| 41 | AMERICA LATINA SE PREPARA |
| 42 | REUNION EN LA CUMBRE |
| 46 | MENSAJE A LAS FUERZAS ARMADAS |
| 48 | LOS GEOLOGOS EN LA BRECHA |
| 51 | ANTIGUEDAD DE LA METALURGIA AMERICANA |
| 52 | AGENCIAS DE PROMOCION MINERA |
| 56 | B.N.D. - COMERCIALIZACION MINERA |
| 58 | PANORAMA MINERO POR LAS PROVINCIAS |
| 59 | AMIGO LECTOR... |
| 60 | CODIGO MINERO - MENSAJE DE GUANDACOL |
| 61 | DOLOMITA CALCINADA |
| 62 | COMERCIO CON CHECOSLOVAQUIA |

URANIO

INTERES NACIONAL

por JUAN M. VIGO

¿QUE HAY DETRAS DEL DEBATE SOBRE EL URANIO?

Es bien sabido que ciertos intereses internacionales han elaborado una política que tiene por objeto decidir sobre el futuro de la ARGENTINA, procurando convertirla en proveedora de alimentos, mientras se asigna un destino industrial a BRASIL.

Para ello se proponen controlar la CUENCA DEL PLATA y el uranio. Es decir, nuestro potencial hidroeléctrico y nuclear, que serán las dos más poderosas fuentes de energía en las próximas décadas.

Quizás no sean muchos los argentinos que tengan conciencia cabal de la gravedad de un problema que se debate en estos momentos. Se trata de la utilización del uranio como fuerza energética.

La discusión gira alrededor de si el país va a aplicar el uranio natural para alimentar sus centrales nucleares ó si se va a utilizar el enriquecido.

No se trata de un debate académico. Tampoco de la economía de unos cuantos millones de dólares. Lo que está en juego es nada menos que el futuro de la ARGENTINA, no sólo en el campo básico de la energía, sino de su real independencia frente a intereses que quieren frenar sus legítimas ansias de retomar el camino de su grandeza.

★

El diario "La Prensa" en su edición del domingo 10 de setiembre último, traía cinco páginas en rotograbado dedicadas al uranio.

En notas aparentemente objetivas y de divulgación científica, se "demuestran" las "ventajas" del uso del uranio enriquecido en los reactores atómicos. En cambio se da poco menos que como obsoleto, anti-económico y además en desuso en la casi totalidad de los países, el sistema de reactores con uranio natural.

El contenido de esas cinco páginas —mitad avisos de empresas interesadas en el uso del uranio enriquecido, mitad "notas" que también suelen ser avisos— no ofrece muchas variantes con lo que se dice menos eufemísticamente en un folleto titulado "Información confidencial" —tan "confidencial" que ni siquiera lleva firma ni pie de imprenta— profusamente distribuido en esferas gubernativas y, obvio es decirlo, en las Fuerzas Armadas.

Todo esto tiene relación con lo que trascendió cuando se produjo la inesperada visita del presidente del Banco Mundial. No faltaron los que dijeron que el viaje resultaba muy sugestivo, tanto más cuanto un funcionario de tal jerarquía, no se iba a costear al extremo sur del Continente para traer un modestísimo préstamo de 50.000.000 de dólares. Quienes dicen entender algo de estas cosas manifestaron que tan inusitada visita tenía por objeto prometer acordar los préstamos solicitados meses atrás por el doctor Brignone, siempre y cuando la planta atómica de Córdoba se hiciese aplicando la técnica del uranio en-

riquecido. Creímos estos que han terminado aprobándose a pesar de que se está en trance de abandonar la "ortodoxa" política aplicada por Krieger Vasena, que era, hasta ahora, la condición casi obligatoria para otorgar cualquier empréstito.

Simultáneamente con estos hechos, circulaba un inquietante rumor: que se habría dado un viraje de 180 grados en todo lo que ha venido haciendo y aconsejando hacer la Comisión Nacional de Energía Atómica, que ahora se habría decidido por el uranio enriquecido. Dos cosas contribuirían a dar asidero a la versión: en el llamado a licitación para construir la planta de Córdoba se hizo caso omiso de lo dispuesto por el general Onganía con respecto al uso del uranio natural, abriendo con ello las puertas para que se presentaran quienes quieren imponernos el uso de reactores alimentados con uranio enriquecido. El otro hecho, que despeja toda duda, es la severa advertencia que formulan en un documentado trabajo quienes tendrían más autoridad que nadie para opinar sobre las ventajas o inconveniencias de uno y otro sistema: los integrantes de la Asociación de Profesionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Estos profesionales, en un documento de abigarradas 52 páginas —extracto de un estudio de la misma Asociación sobre política nuclear argentina— manifiestan que sería "funesto" —tal es el término que usan para calificarlo— para el futuro del país optar por el uranio enriquecido.

★

Antes de analizar el documento de la Asociación de Profesionales, echemos una ojeada al pasado. Resultará útil para comprender lo que está ocurriendo en las actuales circunstancias.

Hasta fines de la década del 20 la Argentina figuró entre los primeros países del mundo. No por el número de habitantes, sino por su capacidad para promover riqueza y por otros índices elocuentes: consumo de acero por habitante; red ferroviaria; ingreso per cápita; comercio exterior; baja mortalidad infantil; alto porcentaje de estudiantes en todos los niveles; estabilidad y valor de la moneda; etc. De mantenerse el ritmo de crecimiento, estaba llamada a ser la segunda potencia mundial al finalizar el presente siglo. Así lo pronosticaban los futurólogos de entonces.

No les faltaba razón para opinar de ese modo, pues habían crecido con rapidez asombrosa sus habitantes, ciudades, producción agropecuaria, red telefónica y telegráfica, electrificación, puertos y caminos. Era el más grande exportador de carnes y granos y el de mayor cultura y prestigio en Iberoamérica. Se había adelantado en décadas en materia de flota petrolera, automóviles, academias científicas, colegios militares, servicios meteorológicos, investigaciones astronómicas, régimen carcelario, colonias de alienados, aguas corrientes, cloacas, reforma de la Universidad, voto secreto, obligatorio y sin calificar, cooperativismo, legislación social, etc. Sus fuerzas armadas, que habían intervenido decididamente en el proceso de su evolución —Patagonia, Chaco, mares australes— miraban con altivo desdén al resto de los países de América que, con la sola excepción, tal vez, de Chile y Uruguay, no prosperaban por culpa de los motines y golpes de Estado.

Quienes hoy se admiran de las "grandezas" del Brasil, ignoran con seguridad, que teníamos subterráneos cuando las ciudades de aquel país apenas poseían pavimentos y gran parte de la gente transitaba descalza. Que la mayoría de nuestras ciudades poseían mercados higiénicos, mientras en casi todas las capitales de Iberoamérica —Río de Janeiro, entre ellas— las mercaderías se ofrecían en el suelo en ferias y mercados.

El prestigio artístico y cultural era tan grande, que ningún divo europeo se sentía totalmente consagrado si no había recibido el aplauso del exigente y a la vez generoso público del Colón. Que atraía a las figuras más ilustres del mundo. Que envió mensajeros de la talla de Manuel Ugarte, cuyo verbo sigue vibrando en Centro América. Y que allí se estudiaba derecho y medicina en los textos de los grandes profesores argentinos y que los chicos de las escuelas entraban en contacto con la historia y geografía argentina leyendo "Billiken" antes de que las "tiras" de violencia y "heroínas" semidesnudas inundaran el mundo. Era esa misma la Argentina de Estanislao Zeballos, enfrentando al barón del Río Branco; de Luis María Drago frente al alevoso bombardeo por las escuadras inglesa, alemana e italiana de los indefensos puertos y barcos mercantes de Venezuela y de Hipólito Yrigoyen.

yen que mandó izar al tope y saludar a cañonazos la bandera de Santo Domingo, en las mismas barbas de los "marinés" que la estaban avasallando.

Esa Argentina próspera y pujante, altiva y respetada, justa y generosa que, a Dios gracias, alcanzamos a vivirla, había hecho su grandeza explotando apenas un pedazo de su territorio: la pampa húmeda.

¡Que no será el día que explote a fondo sus fabulosos recursos minerales, que se han venido manteniendo ocultos hasta ahora! Cuando entre a trabajar por su progreso su enorme potencial hidroeléctrico. Cuando se explote a la manera del Perú su plataforma submarina que cubre un millón de kilómetros cuadrados. Cuando entren a transformarse en celulosa y papel sus inmensas reservas forestales. Cuando se trabaje racionalmente esa interminable llanura fértil, única en el mundo, que comienza casi en el límite de la Patagonia y llega hasta la frontera con el Paraguay, donde nunca cae un copo de nieve, con excelente régimen de lluvias, con las capas freáticas a escasos metros del nivel del suelo, sin otros accidentes geográficos que los hidrológicos. Cuando llegue la hora de la Antártida...

Sería redundancia hablar de la capacidad de su pueblo, entendiendo por ello a todos los sectores que lo integran; trabajadores, empresarios, científicos, maestros, sacerdotes, intelectuales, militares. Mujeres y hombres lúcidos, deseosos siempre de abrirse camino, capaces de cumplir cualquier empresa.

A ese pueblo magnífico, precisamente, se debe que pese al daño que se le ha inferido a la economía, a las desnacionalizaciones, a los miles de quiebras y vaciamientos, el país haya ido creciendo. Porque al revés de la tela de Penélope, ocurre en la Argentina que lo que los "tecnócratas" en función de estadistas y los traficantes en dólares destejan durante el día, el pueblo pareciera volverlo a tejer de nuevo durante la noche, con su increíble fuerza de voluntad, su desmesurada capacidad de sacrificio y conmovedora pasión nacionalista.

Porque la inmensa mayoría de ese pueblo no sólo no ha perdido la esperanza, sino que intuye en lo profundo de su ser que se aproxima inexorablemente el día de su despegue definitivo. Que está muy próximo el momento en que todo habrá

de cambiar de raíz y para siempre.

Decía Napoleón que un mameluco se despachaba a dos soldados franceses. Que cincuenta mamelucos y cincuenta franceses libraban una lucha equilibrada. Pero que cien franceses derrotaban a quinientos mamelucos. Nosotros, los argentinos, hemos venido obrando hasta ahora a la manera de aquellos guerreros egipcios. Pero cuando llegue la hora de reconstruir el país, libre de trabas y, sobre todo, de los diplomados en Harvard o en universidades fantasmas, habremos de actuar (con la experiencia que hemos recogido en pruebas tan duras), con el valor de los mamelucos y la disciplina de los soldados de Napoleón. Es decir, habremos conjugado la lucida táctica de San Martín, con el arrojo suicida de los infernales de Güemes. Entonces ya nadie podrá detener jamás a la Argentina.

Esto lo saben muy bien nuestros enemigos. Por eso no han querido nunca que tengamos minería avanzada, ni metalurgia, ni industria pesada, ni que explotemos los recursos hídricos y forestales. Por eso dejaron que se inundaran las minas de Famatina y que lo carcomiera el herrumbre al cable carril de Chilecito, obra maestra de ingeniería levantada entre montañas a lo largo de 35 kilómetros a principios del siglo. Por eso quieren que sigamos trabajando la ganadería y la agricultura con técnicas perimidas y que entreguemos a la depredación internacional la riqueza de nuestra plataforma submarina.

Es por eso que se le ha asignado al Brasil —coloso de pies de barro, mientras no termine con el analfabetismo y la miseria que lo corroen— el papel de "líder" industrial y a la Argentina el de solícita proveedora de arvejas enlatadas y caldos en cubitos.

Pero quienes alientan esos planes ni siquiera se han detenido a pensar que hoy mismo, hundidos como estamos, trabajando con máquinas obsoletas y encima con la mitad de nuestro potencial industrial, saboteados y presionados por la banca internacional, con los técnicos e investigadores en desbandada, aplastados por los impuestos, succionados por la usura interna, robados por los especuladores en divisas y saqueadores de empresas, cada argentino sigue produciendo por cuatro brasileiros.

Tan ciegos están, que ni siquiera

advierten que cada día hay más gente sensata en el Brasil que ve en la cooperación con la Argentina, la base promisorio para su propio progreso y desde luego el nuestro.

Pero ¡cuidado! que sigue en marcha la conspiración para dominarnos. De ahí que avancen con sus planes de dominación en materia hidroeléctrica y nuclear.

Lo primero ya lo están haciendo, para lo cual pretenden utilizar la gigantesca llave de las fuentes de la Cuenca del Plata, tratando de dominar sobre todo el Paraná. A tal fin Brasil está llevando a cabo sistemáticamente un fabuloso plan de construcción de represas, como el sistema de Urubupungá y Guaira o Sette Quedas.

Controlando los cuatro millones de kilómetros cuadrados de la Cuenca del Plata, aspiran a controlar la parte de la Argentina donde hoy se concreta el 85 por ciento de su poderío agro-industrial y potencial demográfico, pero también Uruguay, Paraguay y Bolivia.

Controlarán no sólo las represas que hagamos dentro de nuestro país, sino también en colaboración con el Paraguay y Uruguay. Controlarán igualmente, la navegación y el agua que consumen nuestras grandes ciudades del litoral y, yendo más lejos todavía, el clima, régimen de lluvias y capa freática.

En suma: no sólo podrían anular nuestras centrales hidroeléctricas, dejándolas sin energía, sino también transformar el litoral fluvial y la mesopotamia en un erial.

★

En cuanto al control del poder nuclear, ciertos intereses multinacionales se proponen hacerlo directamente, ya que Brasil no tiene recursos uraníferos ni capacidad técnica y científica a la altura de la nuestra para explotarlos.

Recurrirán entonces a una trampa. Como ya es tarde para impedir que construyamos plantas atómicas, nos ofrecen hacerlas con uranio enriquecido. A ello responde la campaña de desprestigio del sistema que utiliza el uranio natural. Como también las versiones echadas a correr sobre las fallas que se habrían producido en la construcción de la planta de Atucha. Estas dificultades han existido, y a causa de ello se postergó durante varios meses su puesta en marcha. No es extraño que ocurriesen, después de todo, porque esa planta es un prototipo en cierto modo experimental, cuya téc-

nica parece que no habrían llegado a dominar los alemanes, como lo ha logrado Canadá. Tampoco sería raro que se hubiesen ejercido presiones internas o internacionales —es otro rumor que circula— para que las cosas “resultasen” de ese modo. Se comenta, también, que la Westinghouse, que ofrece construir la central de Córdoba, posee una parte nada desdeñable del paquete accionario de Siemens, la empresa que está levantando Atucha.

La Argentina es un país rico en uranio. Lo hay en Jujuy, Salta, Catamarca, La Rioja, Santiago del Estero, Tucumán, Córdoba, Mendoza, San Juan, La Pampa, Buenos Aires y la Patagonia.

Ocupa en el mundo el 5º, 6º y 7º lugar según sea el costo del concentrado de mineral de 10 dólares la libra, de 10 a 15 y de 15 a 20 dólares respectivamente. Los recursos ascienden en cifras globales a unas 88.700 toneladas, frente al Brasil que ha detectado hasta ahora 1.500 toneladas, lo mismo que México. Estos tres países son los únicos iberoamericanos que, hasta ahora, han encontrado uranio. En el mundo hay sólo 18 países que lo poseen en escala apreciable, dentro de los cuales Brasil y México ocupan los últimos puestos.

Omitimos en este comentario hacer referencias de orden técnico, que se tratan en el otro trabajo que integra esta nota sobre el uranio. Sólo nos proponemos analizar las ventajas o desventajas de uno y otro sistema en función de las conveniencias económicas y científicas y, sobre todo, de la seguridad nacional y la independencia del país de cualquier influencia extranjera que pueda lesionar su soberanía o transformarse en una traba para su desarrollo en todos los órdenes.

A tal fin nos limitaremos a transcribir o comentar los párrafos más importantes que contiene el citado documento de la Asociación de Profesionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica, integrada por quienes han venido trabajando en la materia desde hace muchos años y cuya capacidad, probidad científica y sensibilidad nacional nadie podría poner en tela de juicio. Pues bien: este plantel de técnicos y científicos se ha expedido, como queda dicho y sus afirmaciones han sido categóricas: “Sería atentar contra el futuro del país —dice uno de los párrafos— si se optara por el sistema del uranio enriquecido”. El ca-

lificativo de FUNESTO que otorga al plan de utilizar el uranio enriquecido, tampoco admite lugar a dudas.

¿Es tan peligrosa la situación que se plantea, que merece tan duro calificativo? Lo iremos viendo a medida que examinemos el análisis hecho por esos mismos profesionales argentinos.

Para enriquecer el uranio hay que someterlo a dos procesos complicados y de muy alto costo. Ninguno de estos dos procesos se puede realizar, en el país y para ello sería menester enviar el uranio natural al extranjero. Para cumplir el primer proceso, llamado de fluoración, el uranio debe ser llevado a Francia o Inglaterra, únicos países de la llamada Europa Occidental que están en condiciones de hacerlo. ¿Por qué allí y no a los Estados Unidos? Porque este país tiene colmada la capacidad de sus plantas y apenas puede atender sus propias necesidades.

Una vez cumplido el proceso de fluoración, el uranio debe ser remitido a Estados Unidos para su enriquecimiento. Desde Estados Unidos emprenderá viaje de retorno a la Argentina, para recién ser enviado a la planta que lo habrá de quemar, transformándolo en energía y cenizas.

¿No podría nuestro país hacer sus propias plantas de fluoración y enriquecimiento? Esta última, solamente, costaría en estos momentos un mínimo de 1.500 millones de dólares, cifra que nos aplasta. Además su construcción requiere técnicas especiales, mantenidas celosamente en secreto por los Estados Unidos. Tan en secreto las guarda, que han fracasado hasta ahora, rotundamente, todas las gestiones que EE.UU. ha realizado ante sus aliados europeos, precisamente, porque no las quiere revelar a sus propios “amigos”, con los que vinculan intereses y compromisos —la OTAN, por ejemplo— que no tiene ni tendrá jamás con la Argentina, a la cual, por el contrario, las influyentes y poderosísimas empresas multinacionales nos quieren recolonizar con el uranio.

Esta obstinación en no querer revelar secretos atómicos es compartida y apoyada por la Unión Soviética. Esa es, después de todo, la principal razón por la cual Francia y China se lanzaron a trabajar por su cuenta en materia de bombas nucleares. Y que Francia, con legítimo “derecho” —aunque ello sea perju-

dicial y no nos guste— siga haciendo experimentos en la misma región en que Estados Unidos lo hizo durante largos años. Lo único que cabe para evitar peligrosas rivalidades en la que todos salimos perdiendo directa o indirectamente, es que esas potencias nucleares pongan término a sus sueños trasnochados de predominio imperialista y se pongan a trabajar junto a los demás pueblos, para que la energía nuclear y los cientos de miles de millones de dólares que se gastan en armamentos sean puestos al servicio de la humanidad.

El procedimiento del uranio enriquecido implica además un enorme desperdicio de materia prima. Según estimaciones realizadas con la solvencia científica de APCNEA, en un plan de largo aliento para la Argentina hasta el año 2000, se gastarían 35.000 toneladas de uranio natural y 100.000 de uranio enriquecido para generar la misma energía en el mismo lapso.

Queda otro problema: el transporte. Usando uranio natural, este iría directamente desde las plantas de concentrado a los reactores. Teniendo en cuenta la posible ubicación de las usinas atómicas, las distancias a las plantas de concentrado en las zonas mineras, no pasaría, en el peor de los casos, de unos pocos cientos de kilómetros. Algunas usinas se abastecerían en las propias zonas de producción.

En cambio, para enriquecer el uranio habría que hacer un interminable viaje: Minas-Buenos Aires-Inglterra o Francia-Estados Unidos-Buenos Aires-Plantas atómicas ubicadas en el interior. En suma, un absurdo mil veces peor que el que se cometeía cuando enviábamos los cueros y el tanino a Europa, para que nos los devolvieran transformados en zapatos.

★

Ocultándose todos estos hechos, se ha dicho, para convencer a quienes no están alertados, que las plantas de uranio natural requieren, para funcionar, agua pesada. En primer lugar el agua pesada no es para que la consuma el reactor. Obra como refrigerante, en circuito cerrado, a la manera de los lubricantes dentro de las unidades selladas. Tan es así, que se vende o alquila según convenga. Su transporte ofrece menos riesgos que el del uranio.

Además cuesta relativamente poco fabricarla. Una planta capaz de producir 400 toneladas por año no

costaría más de 80.000.000 de dólares (la mitad del déficit anual de los ferrocarriles). Y como el agua no se "gasta" sino en ínfima proporción, una sola planta podría elaborar 4.000 toneladas en 10 años, permitiendo de ese modo hacer funcionar otras usinas atómicas. Como se puede ver en esta nota, una planta para fabricar agua pesada no es otra cosa que una simple destilería. Además la mayor parte de la inversión se haría en pesos moneda nacional dentro del país. Construyéndola se lograría una total independencia en materia atómica y se ofrecería una nueva oportunidad para mejorar la capacitación técnica de los profesionales argentinos. Se obtendría finalmente el manejo total del agua pesada, pasando a ser la Argentina otro de los pocos países del mundo que la fabrican.

*

APCNEA recuerda en su documento que la Comisión Nacional de Energía Atómica, desde que encaró la posibilidad de instalar una central nuclear, se propuso lograr la mayor participación de la industria y tecnología argentina. Por eso no quiso delegar nada en consultores internacionales y afrontó la gran tarea histórica de hacer un estudio por intermedio de su propio equipo de especialistas, fundándose, dice el informe, en la "filosofía del aprovechamiento integral del potencial argentino".

Era propósito de la Comisión Nacional de Energía Atómica —esperemos que no se malogre— hacer que el país avanzase decididamente en la creación de una industria independiente de componentes nucleares y elevase el nivel tecnológico de la industria nacional. Para asegurar esto último, creó un equipo ad-hoc en el Comité de Centrales Nucleares, denominado Grupo Industria Nacional, encargado de seguir el curso de la obra y hacer cumplir los objetivos antes señalados, poniendo el acento en todo lo que representaba un mayor salto tecnológico. Se buscaba, también, incorporar nuevos procesos de fabricación, desarrollar una industria nuclear especializada y conocer nuevos materiales.

Lograr todo eso, como lo han ido logrando los técnicos e industriales argentinos en la central de Atucha, superando los cálculos más optimistas, implicaba entrar decididamente en el camino de las potencias

nucleares, asumir el liderazgo no sólo en Latinoamérica y el Caribe, sino en todos los países en vías de desarrollo de Africa y Asia y ser, en un futuro no lejano, un posible competidor en la exportación de tecnología y también de centrales nucleares y plantas de agua pesada.

Este papel que podría asumir la Argentina no es una idea descabellada. Tendríamos, para ello, un aliado directo: Canadá, que ha desarrollado una avanzada tecnología como lo afirma la APCNEA. Ese país es hoy una potencia industrial de primer orden y ha manifestado tener, además, profundo interés en trabajar coordinadamente con los técnicos e investigadores argentinos. Técnicos a los que se les cerraría el camino dentro del país, si se aplicase el sistema norteamericano, en tanto se les abriría en el extranjero, donde tendrían que emigrar.

Habíamos dicho que para enriquecer el uranio es necesario "quemarlo", transformándose de ese modo en uranio enriquecido y cenizas.

Pues bien. Las "cenizas" que deja el enriquecimiento del uranio, tienen un valor mayor que el propio uranio: contienen plutonio, que es varias veces más poderoso que el uranio para producir energía.

Veamos lo que ya en octubre de 1967 decía el Boletín Extra del Servicio de Información y Prensa de la Embajada de Francia en su número 104:

"Todos los físicos concuerdan en que la solución para el porvenir será el reactor superregenerador de neutrones rápidos. ¿En qué consiste? Imagínense un horno encendido, alimentado con cenizas, las que se convierten luego en carbón de alta calidad capaz de alimentar un segundo horno. Ese es el principio. El aparato fabrica más plutonio que el que consume. Ya Estados Unidos, Gran Bretaña y la URSS los están fabricando. Estos aparatos, después de 1980, permitirán a un país industrial duplicar cada diez años su consumo de energía sin tener que superar, como hoy, graves dificultades tecnológicas".

"Hay otros sistemas: *Canadá utiliza agua pesada*; Estados Unidos usa uranio enriquecido con agua liviana.

*

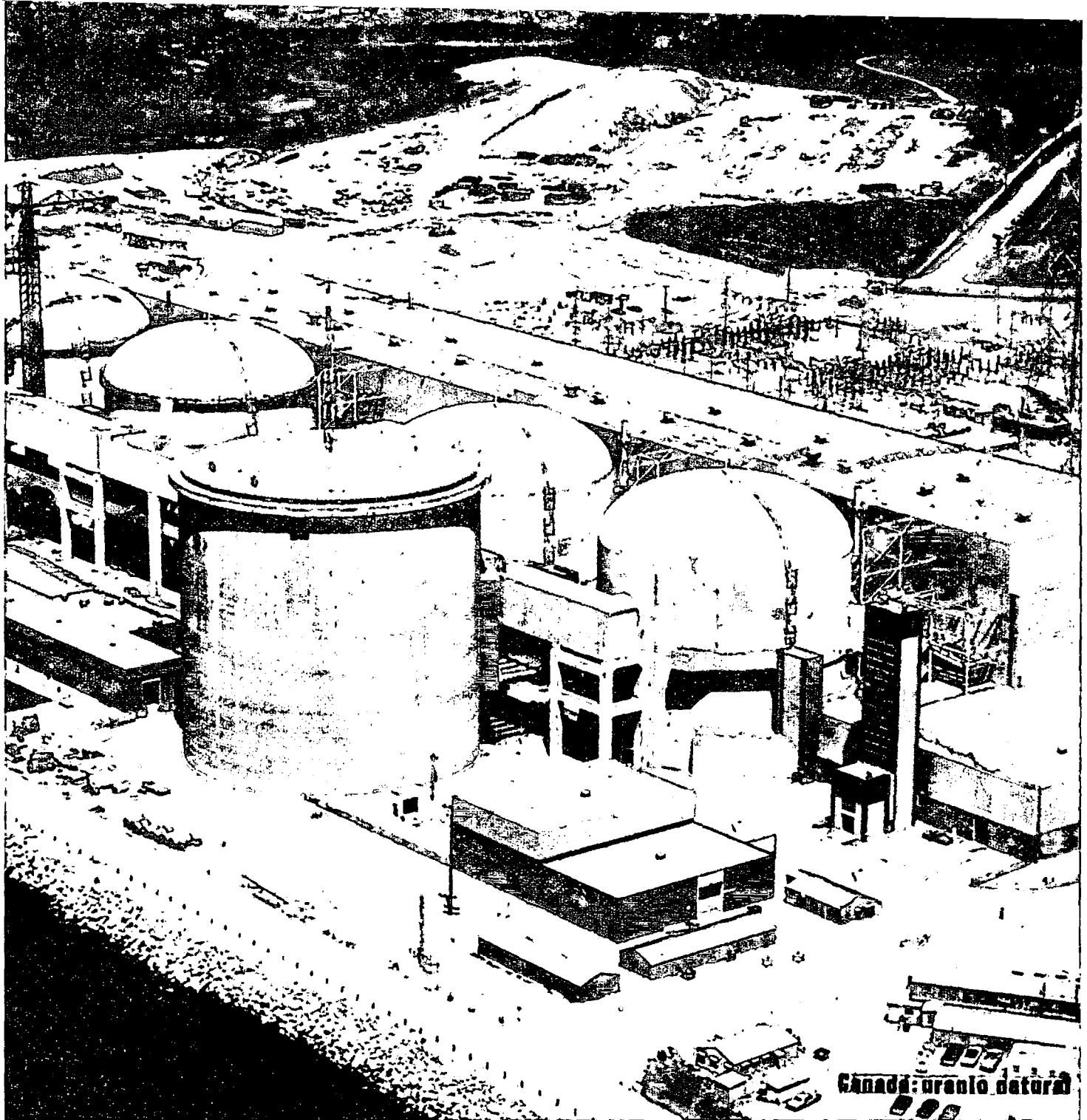
Todo ha sido tan ingeniosamente planificado, que cualquier argentino, aun el más fervoroso patriota, puede ser víctima del engaño.

Hasta nos ofrecen construir media docena de plantas en lugares estratégicos para quemar uranio enriquecido. Una inversión que, en total, no alcanzaría probablemente a los 1.000 millones de dólares. Habría sin duda, liberal financiación. Sería, aparentemente, un gran triunfo nuestro.

Nos harán las plantas y se llevarán el uranio para enriquecerlo y sacarle el jugo del plutonio —total, son "cenizas"— manteniendo en secreto la técnica para enriquecerlo. El día en que surgiesen dificultades en materia energética en EEUU o quisiesen obtener cualquier otra ventaja, dejarían de mandarnos uranio enriquecido. Y nos quedaríamos con los reactores inútiles, tan inútiles como una linterna sin pilas. El argumento de la famosa novela "Petróleo para las lámparas de China" quedaría reducido frente a lo del uranio, a la altura de una argucia de un mercader inescrupuloso, frente a inexpertos turistas. Y... en la década del 80, como lo adelanta el Boletín de la Embajada Francesa, comenzarían a funcionar los superregeneradores con el plutonio de las "cenizas" nuestras que hubieran ido acumulando. Y todos nuestros sueños quedarían, también, hechos cenizas.

Quedaríamos, así, atados de pies y manos con las represas brasileras del Alto Paraná y las plantas de uranio enriquecido. Reflexionemos. Si a cada rato cualquier funcionario internacional se atreve a presionarnos y hasta nos imponen directivas políticas en materia económica, financiera y presupuestaria, porque el país está escaso de dólares ¡qué es lo que no se hará el día en que lo grasen apropiarse del control de nuestra energía atómica e hidráulica!

Sería para temblar, sino estuviésemos seguros de que eso no habrá de ocurrir jamás. En la Argentina ha nacido una conciencia que hará trizas cualquier tratado que lesione su soberanía y comprometa su libérrimo porvenir. Confiamos en que la Providencia Divina iluminará a nuestros gobernantes para que estos designios no se cumplan. Pero si a pesar de todo, el plan es puesto en marcha, las autoridades que surjan de los comicios de marzo, cualquiera sea el partido que gane, harán que la Argentina no pierda la carrera del uranio. Porque sería algo peor que si se la obligase a correr maneada la carrera de la historia.



La explotación comercial de la energía nucleoelectrica es, de más está decir, una realidad. Al 1º de enero de 1972 existían 127 reactores nucleares comerciales produciendo electricidad y entregándola a las redes de distribución de 15 países. 136 reactores adicionales se encontraban en ejecución en 21 países. Actualmente hay otros diez países que están planeando la instalación de centrales nucleares que serán puestas en marcha a fines de esta década.

En forma sucinta podemos describir la situación al 1º de enero de 1972 como la siguiente:

1. La capacidad instalada en energía nucleoelectrica era de 35.340 MWe.

2. Los reactores en etapa de construcción sumaban 93.269 MWe. Existen, además, proyectos por 90.784 MWe.

3. La Organización Internacional de Energía Atómica en un trabajo reciente estima que para 1980 se contará con aproximadamente 300 000 MWe. de potencia energética nucleoelectrica.

4. En términos de inversión, durante los próximos diez años en el mundo se invertirán aproximadamente 100.000 millones de dólares en la instalación de centrales nucleares. Más de un tercio de esta suma ya se encuentra comprometida.

Algunos de los factores concurrentes para el rápido desarrollo de la energía

nucleoelectrica son políticos, otros son técnicos y otros económicos.

La energía abundante y a bajo costo es un ingrediente esencial para cualquier sociedad progresista. Existe una correlación directa entre consumo de energía per capita y nivel de vida.

A diferencia de las centrales hidráulicas, las centrales nucleoelectricas ofrecen la ventaja de permitir la independencia de las fuentes de energía desde el punto de vista geográfico.

Aún en un país que cuente con abundantes recursos hidráulicos y fósiles se deberá hacer frente al muy importante problema del transporte de la energía. La transmisión de la electricidad es una de

las más costosas formas de transportar energía, siendo superado este costo únicamente por el transporte de petróleo en camiones tanques. La ubicación geográfica de la fuente productora de energía eléctrica no es el único problema que limita el desarrollo de estas fuentes.

La energía hidroeléctrica normalmente requiere costosas instalaciones de transmisión a lo largo de centenares de kilómetros desde la fuente de generación hasta el centro de consumo. El transporte de los combustibles fósiles tiene un costo elevado y el carácter limitado de las reservas de petróleo del mundo ha motivado el desarrollo de la utilización de otros combustibles energéticos tales como el uranio.



ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACION COMERCIAL DE LA ENERGIA NUCLEO ELECTRICA

INFORME TECNICO



ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Los reactores nucleares de potencia han sido desarrollados en diversos países siguiendo los lineamientos dictados por las condiciones particulares de recursos naturales, industriales y tecnológicos de cada país. Así, hoy se cuenta con por lo menos dieciséis distintos tipos de reactores de potencia, a saber:

- 1. LWGCR: Reactor moderado con agua ligera y refrigerado con gas.
- 2. LWGR: Reactor refrigerado con agua ligera y moderado con grafito.
- 3. GCR: Reactor refrigerado con agua y moderado con grafito.
- 4. HTGR: Reactor de alta temperatura

refrigerado con gas y moderado con grafito.

- 5. OMR: Reactor con moderador y refrigerante orgánicos.
- 6. HWGCR: Reactor moderado con agua pesada y refrigerado con gas.
- 7. HWLWR: Reactor moderado con agua pesada y refrigerado con agua liviana.
- 8. HWOR: Reactor moderado con agua pesada y refrigerado con compuestos orgánicos
- 9. PHWR: Reactor moderado y refrigerado con agua pesada a presión.
- 10. PWR: Reactor moderado y refrigerado con agua liviana a presión.
- 11. AGR: Reactor avanzado refrigerado con gas y moderado con grafito.

- 12. BWWR: Reactor moderado y refrigerado con agua pesada hirviendo.
 - 13. BWR: Reactor moderado y refrigerado con agua liviana hirviendo.
 - 14. SGR: Reactor refrigerado con sodio y moderado con grafito.
 - 15. SZR: Reactor refrigerado con sodio y moderado con hidruro de zirconio.
 - 16. FBR: Reactor reproductor rápido
- No obstante esta gran variedad de tipos de reactor, se pueden clasificar en sistemas, según sea la clase de combustible que utilizan, el moderador y el refrigerante.

De estos sistemas, los que han tenido mayor difusión, y en los que se ha centrado el mayor esfuerzo de investigación y desarrollo, son dos, pudiendo describirse o diferenciarse como aquellos que:

- a) Utilizan agua liviana como moderador (LWR).
- b) Utilizan agua pesada como moderador (HWR).

La descripción técnica de cada tipo de reactor escapa a la finalidad de este artículo, por lo que hemos de concentrarnos en describir los dos tipos de reactor de mayor importancia en cada sistema, para entrar luego en una breve descripción del llamado "reactor del futuro", el FBR o reproductor rápido. Es importante advertir que no existe un tipo de reactor que pueda considerarse como "óptimo universal".

Sistema de reactores que utilizan agua liviana como moderador

Los reactores de este tipo requieren la utilización de uranio enriquecido como combustible.

- 1. BWR: Reactor moderado y refrigerado con agua liviana hirviendo

Utilizan uranio enriquecido y son moderados y refrigerados con agua liviana, la que entra en ebullición dentro del reactor. El vapor puede llevarse directamente a las turbinas ciclo directo) o pasar a través de un intercambiador de calor (ciclo indirecto). También existe el llamado ciclo doble, que es una combinación de los anteriores. La reacción atómica se produce dentro de un recipiente de relativamente baja presión.

Este tipo de reactor, desarrollado en los Estados Unidos, tuvo su primer prototipo comercial en 1957, en Vallecitos, con una potencia de 5 MWe., hallándose en construcción una central con una potencia aproximada de 1.000 MWe

Actualmente hay 35 centrales de potencia que utilizan este tipo de reactor, el que además es utilizado en unidades navales estadounidenses. La distribución por país de este tipo de centrales es la siguiente:

Estados Unidos	19 centrales
Italia	1 "
Japón	3 "
Alemania	4 "
U. R. S. S.	3 "
España	1 "
India	1 "
Holanda	1 "
Suecia	1 "
Suiza	1 "

- 2. PWR: Reactor moderado y refrigerado por agua liviana a presión

Estos reactores utilizan uranio enriquecido y son moderados y refrigerados con agua liviana mantenida a presión. Luego, los elementos combustibles son mantenidos en un recipiente de presión capaz de soportar una elevada presión interna.

El desarrollo de estos reactores comenzó en la década de 1940 en los Estados Unidos y en la Unión Soviética, que en esa época ya disponían de plantas de enriquecimiento de uranio.

Por su tamaño relativamente pequeño, estos reactores son los más utilizados para propulsión naval. En materia de centrales de potencia, existen actualmente 24 plantas de este tipo, distribuidas en los siguientes países:

Estados Unidos	14 centrales
Bélgica	1 "
Francia	1 "
Italia	1 "
U. R. S. S.	2 "
España	1 "
Japón	1 "
Alemania	1 "

Sistema de reactores que utilizan agua pesada como moderador

Hay dos tipos básicos de reactores dentro de este sistema. Los que utilizan recipientes de presión (PHWR) y los que en cambio utilizan "tubos de presión". Estos últimos permiten diferenciar entre moderador y refrigerante, dado que ambos circulan por circuitos independientes y, además, permiten la elección del tipo de combustible yendo desde el uranio natural hasta los diversos niveles de enriquecimiento, utilizando cualquiera de los elementos fisionables U-235, U-233 o plutonio. Tiene además características excelentes para la utilización del torio que seguramente constituirá un elemento combustible nuclear de primordial importancia en el futuro.

1. PHWR Reactor moderado y refrigerado por agua pesada a presión

El diseño termodinámico de estos reactores es similar a los PWR que utilizan uranio enriquecido.

Los PHWR son alimentados con uranio natural y moderados y refrigerados por agua pesada, dentro de un recipiente diseñado para soportar elevadas presiones.

En el mundo hay sólo dos centrales de este tipo. Una central prototipo experimental con 50 MWe. de potencia, denominada Mehrzweck-Forschungsreaktor (MZFR) ubicada en la localidad de Karlsruhe, Alemania Occidental. La otra central se encuentra en construcción y es la Central Atucha con una potencia de 319 MWe.

Tal como se puede colegir de la difusión de este tipo de reactor, su confiabilidad es relativamente baja y no puede considerarse como elemento integrante de un PROGRAMA de desarrollo electro-nuclear. Una de las principales razones de este aserto es que si bien en dimensiones pequeñas como la central MZFR de Karlsruhe, la construcción y operación del reactor no ha presentado mayores problemas, la extrapolación del mismo para alcanzar potencias superiores a los 300 MWe es prácticamente imposible por limitaciones tecnológicas vinculadas a la fabricación del propio recipiente de presión. Las demoras en la puesta en marcha de Atucha pueden atribuirse en gran parte a este problema.

2. HWR Reactores que utilizan agua pesada como moderador y admiten diversas alternativas en el refrigerante. Emplean tubos de presión.

En estos reactores, el moderador es contenido a baja presión y temperatura en un recipiente, mientras que los elementos combustibles se encuentran alojados

en tubos por donde circula el refrigerante sometido a presión relativamente alta. El refrigerante circula dentro de intercambiadores de calor desde donde el vapor es dirigido directamente a las turbinas. Cuentan además con un circuito de refrigeración del moderador. La incorporación de sistemas auxiliares de recambio de combustible y tratamiento del agua pesada permiten una operación continua de la central.

El desarrollo de estos reactores comienza en el Canadá de 1940 con el propósito de obtener plutonio para fines militares. Se construyen así varios reactores en el Centro Canadiense de Investigaciones de Chalk River. En 1945 el ZEEP con potencia cero, en 1947 el NRX con una potencia de 40 MW y en 1957 el NRU con 200 MW térmicos.

En 1962 entra en operación el reactor NPD (Nuclear Power Demonstration) con una potencia eléctrica de 20 MW. Es en este momento cuando se verifican las distintas alternativas de utilizar recipientes de presión o tubos de presión, optándose por este último sistema, dado que permitía el desarrollo de un programa nuclear de vasto alcance sin limitaciones de tamaño y con menores riesgos de temperatura obsolescencia.

Así, en 1966 entra en operación la central de Douglas Point con 200 MW de potencia eléctrica utilizando agua pesada como moderador y refrigerante y en 1970 la central de Gentilly de 250 MW eléctricos utilizando agua pesada como moderador y agua liviana como refrigerante.

Es el diseño de Douglas Point el que finalmente habría de utilizarse en el Canadá en la implementación del vasto programa nucleoelectrico de ese país. Así, se construye la central de Pickering con cuatro reactores con una potencia neta de 500 MWe cada uno, sumando una potencia total de 2.000 MWe para la central. Actualmente se encuentran funcionando y entregando energía a la red de la Provincia de Ontario tres de estos reactores, mientras que el cuarto se encuentra en construcción y comenzará a operar en 1973.

El mismo diseño se utiliza en la construcción (ya en etapa avanzada) de la Central Bruce que contará con una potencia eléctrica neta de 3.000 MW obtenida de cuatro reactores con potencia neta de 750 MWe cada uno. Esta central entrará en operación en 1975.

Sistema de reactores de regeneración rápida

Estos reactores que utilizarán el plutonio como combustible básico y serán re-

frigerados por sodio, se encuentran aún en etapa de desarrollo. Los Estados Unidos están dedicando enormes esfuerzos a este sistema, a fin de propender a una utilización más económica del uranio que la actual verificada a través del proceso de enriquecimiento. Estos reactores, quizás entren en operación comercial para fines de la década de 1990 y se considera que serán capaces de proveer energía a costos menores a los actuales, a la vez que contribuirán a preservar las reservas uraníferas.

CICLOS DE COMBUSTIBLE

Entre los diversos sistemas desarrollados a la fecha, el canadiense que utiliza tubos de presión es el menos afectado por las variaciones en los costos de los diversos combustibles nucleares. Como fue puntualizado anteriormente, este sistema puede utilizar uranio enriquecido, uranio natural o plutonio en diversas combinaciones. En rigor de verdad el uranio enriquecido puede ser utilizado más económicamente en un reactor de este tipo que en el que utiliza agua liviana como moderador. En cambio, un reactor moderado con agua liviana alimentado con uranio enriquecido no permite la utilización de uranio natural.

Encontramos así que el tema de la utilización de diversos combustibles, en especial el ciclo de combustible que utiliza cada tipo de reactor, tiene fundamental importancia al determinar el sistema a adoptarse.

El ciclo de combustible de uranio natural es el más simple de todos los ciclos de combustible nuclear. La fabricación de combustible de uranio natural no es complicada y cualquier país que cuente con recursos de mineral de uranio, puede, con adecuada capacidad tecnológica instalar plantas para la fabricación de combustible, destinadas para cubrir las necesidades de varios cientos de MW de potencia. En reactores alimentados con uranio natural moderados con agua pesada y que utilizan tubos de presión, la inversión para esta planta no superaría los dos millones de dólares.

La eficiencia de este tipo de reactores como quemadores de uranio es tan alta que el combustible quemado se considera como residuo a pesar de contener elevadas cantidades de plutonio. Este "Residuo" puede ser almacenado en forma segura y con muy bajos costos utilizando el tanque lleno de agua común, pudiendo permanecer en él por tiempo indefinido.

En el futuro estos "residuos" serán demandados como combustibles. Entonces se recuperará el plutonio que podrá ser

utilizado en reactores del mismo sistema o vendidos a países que operen reactores regenerados rápidos, lo que requieren grandes cantidades de plutonio para comenzar su operación.

El U-235 contenido en el combustible consumido por los reactores moderados por agua liviana (LWR) es mucho mayor que el correspondiente al combustible consumido en los reactores de diseño canadiense. Por lo tanto en el caso de reactores LWR y por razones económicas, el combustible ya usado debe ser reprocesado para permitir la recuperación del uranio y del plutonio.

En la página 1.11 del Resumen del Estudio de Factibilidad para la Central Nuclear en el Area del Gran Buenos Aires, Litoral, efectuado en 1965 se sostiene que "existen algunas diferencias fundamentales en los reactores que utilizan uranio natural y los que utilizan uranio enriquecido. Los reactores que utilizan uranio natural pueden ser alimentados con uranio argentino. Ellos producen plutonio (el combustible para futuros reactores) con mucha más eficiencia que los reactores que utilizan uranio enriquecido, por lo que se encuentran más calificados para un programa de desarrollo nuclear de largo plazo. También pueden ser realimentados mientras se encuentran en operación, ofreciendo de este modo la ventaja de un mayor coeficiente de disponibilidad"

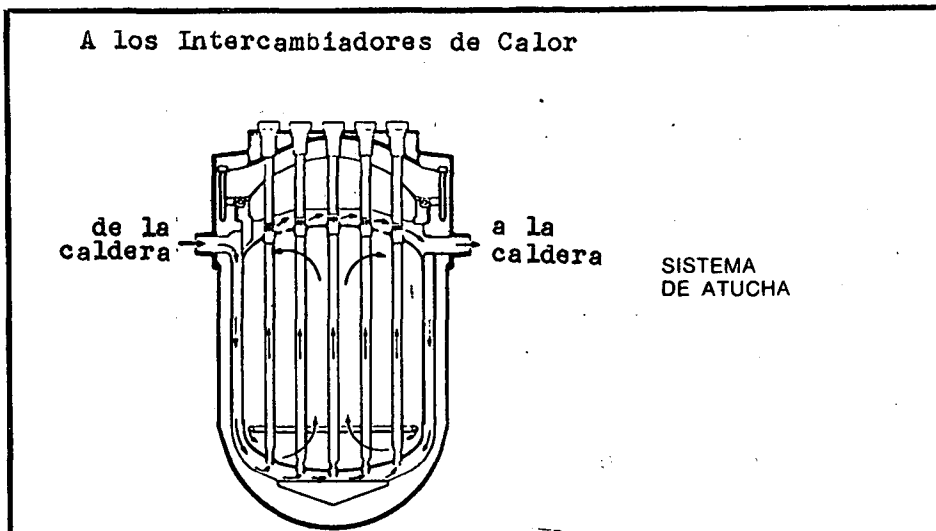
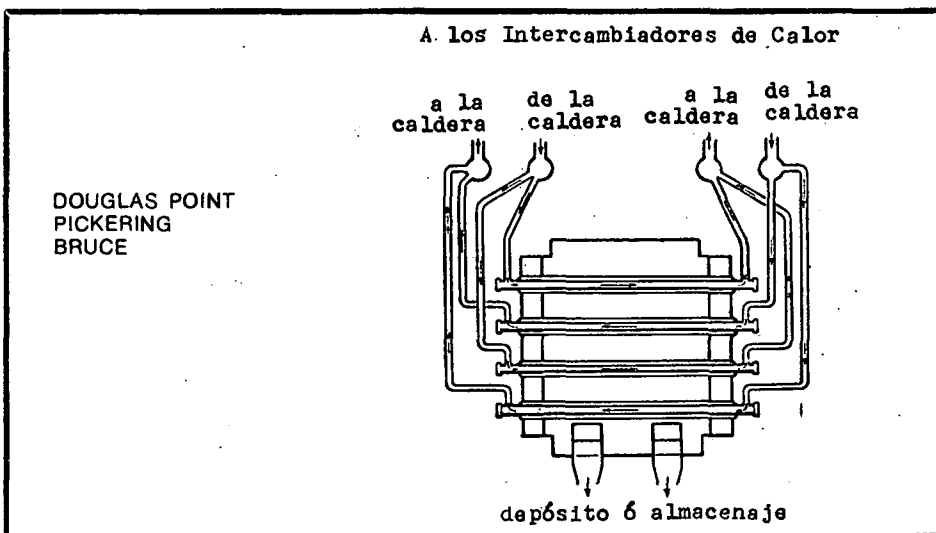
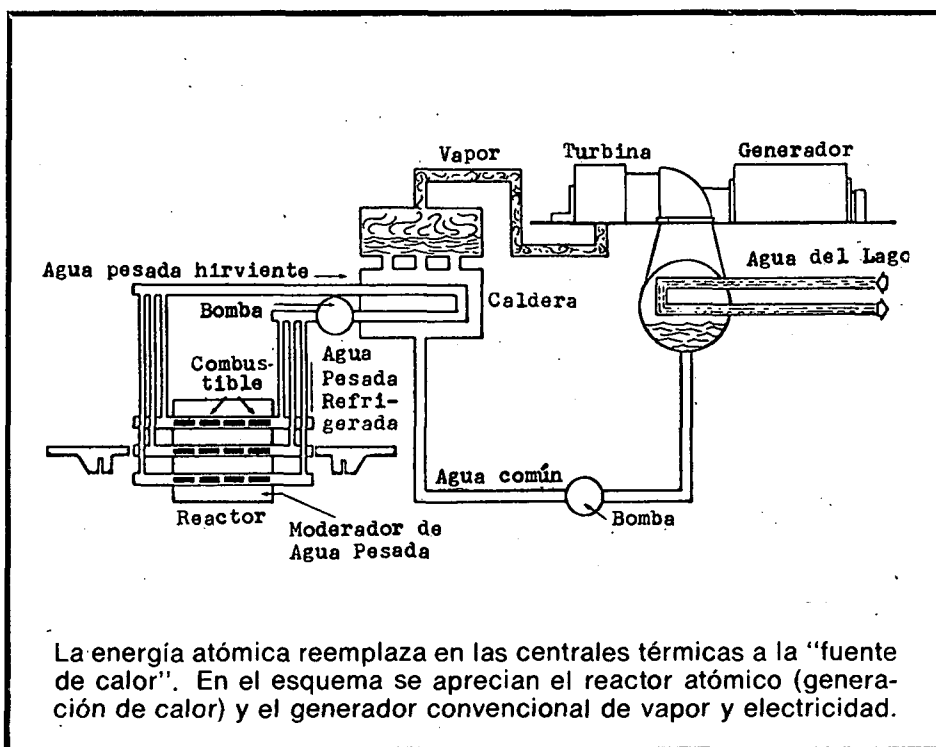
En los diagramas surgen evidentes diferencias entre ambos ciclos de combustible. La complejidad del ciclo del uranio enriquecido es obviamente mayor; asimismo implica incurrir en elevados costos en divisas extranjeras debido a la imposibilidad de realizar la mayoría de las operaciones necesarias en el país.

Ambos sistemas requieren:

- Extracción del mineral de uranio;
- Concentración del mineral;
- Purificación (se obtiene U-308);
- Conversión a U-02.

En el caso de utilizarse como combustible el uranio natural, luego de procederse a la conversión de U-308 en U-02 sigue la compactación en pellets y el ensamble de los tubos contenedores de los elementos combustibles, quedando así cerrado el ciclo de combustible para el caso del uranio natural, dado que al procederse al recambio de elementos combustibles, los ya utilizados, como se explicara anteriormente, son considerados residuos sin valor económico. Son almacenados en pellets sumergidos en agua común hasta tanto se decida el reprocesamiento de los mismos, a fin de obtener plutonio para su utilización en futuros reactores.

En el caso del uranio enriquecido el ciclo del combustible requiere etapas adi-



cionales que son descriptas a continuación:

1. **Planta de fluoración:** La fluoración no se puede realizar en el país porque implica la utilización de una técnica alejada de nuestras inmediatas posibilidades. La misma podría efectuarse en Estados Unidos, aunque este país presenta problemas debido a la capacidad limitada de sus plantas, en Inglaterra o en Francia. En el caso de hacerse en estos últimos países el costo del transporte se vería aún más incrementado debido a que luego el material tendría que ser transportado a Estados Unidos para proceder a su enriquecimiento.

2. **Planta de enriquecimiento:** No es posible enriquecer el mineral en la Argentina; en primer lugar por el alto costo de una planta enriquecedora, el que estima en un valor de 1.500 millones de dólares. En segundo lugar por el elevado consumo de energía eléctrica requerido por dicha planta, aproximadamente 1.200 MW, a su exclusivo servicio. Tercero, porque el proceso de difusión gaseosa es considerado secreto, y por ende no divulgado por los Estados Unidos.

3. **Planta de conversión:** La CNEA cuenta con cierta experiencia a nivel de laboratorio, pero la producción en escala industrial requeriría la utilización de una tecnología que en la Argentina no se está en condiciones de aportar.

4. **Conversión de nitratos a UF₆:** El uranio que abandona la planta de reprocesamiento lo hace en forma de nitratos y para incorporarlo al ciclo de combustible nuevamente debe ser transformado a UF₆ a los efectos de posibilitar su enriquecimiento para volver a formar parte de nuevos elementos combustibles.

5. **Transporte:** Los problemas derivados del transporte de materiales fisionables son más graves cuando se trata de reactores de uranio enriquecido ya que es necesario enviar el mineral al exterior para su enriquecimiento (Estados Unidos, con un probable paso por Europa para efectuar la conversión a hexafluoruro). El combustible quemado debe trasladarse también para proceder a su reprocesamiento, debiendo sumarse además el transporte por tierra dentro del país. De lo anterior se desprende que a la incidencia en la economía del ciclo del combustible deben agregarse los problemas de la seguridad en los transportes.

AGUA PESADA

El agua pesada es un elemento esencial para la moderación del proceso de fisión en los reactores alimentados con

uranio natural. De esta forma la reacción en cadena obtenida por los neutrones produce calor en forma continua, el que es usado por las turbinas de vapor para generar electricidad.

El agua pesada en algunos casos es también utilizada como refrigerante, pero esto no es indispensable. La disponibilidad de agua pesada es un factor muy importante al producirse la elección de una línea de reactores nucleares.

Mucho se ha dicho acerca de la falta de agua pesada en el mundo, lo que introduciría un factor limitante en el desarrollo de los sistemas alimentados con uranio natural. Sin embargo la realidad actual desmiente esas versiones.

Las plantas en producción con una capacidad superior a 100 T/año son:

1. Savannah River (EE.UU.), de 180 t/año, produciendo desde 1952;
2. Port Hawkesbury (Canadá), de 400 t/año, produciendo desde 1971.

Las principales plantas en construcción son:

1. Bruce (Canadá), de 800 t/año, que

producirá a partir de 1973;

2. Glace Bay (Canadá), de 400 t/año, que producirá a partir de 1974;

3. Cap. Bretón (Canadá), de 400 t/año;

4. Nangal (India), de 200 t/año;é

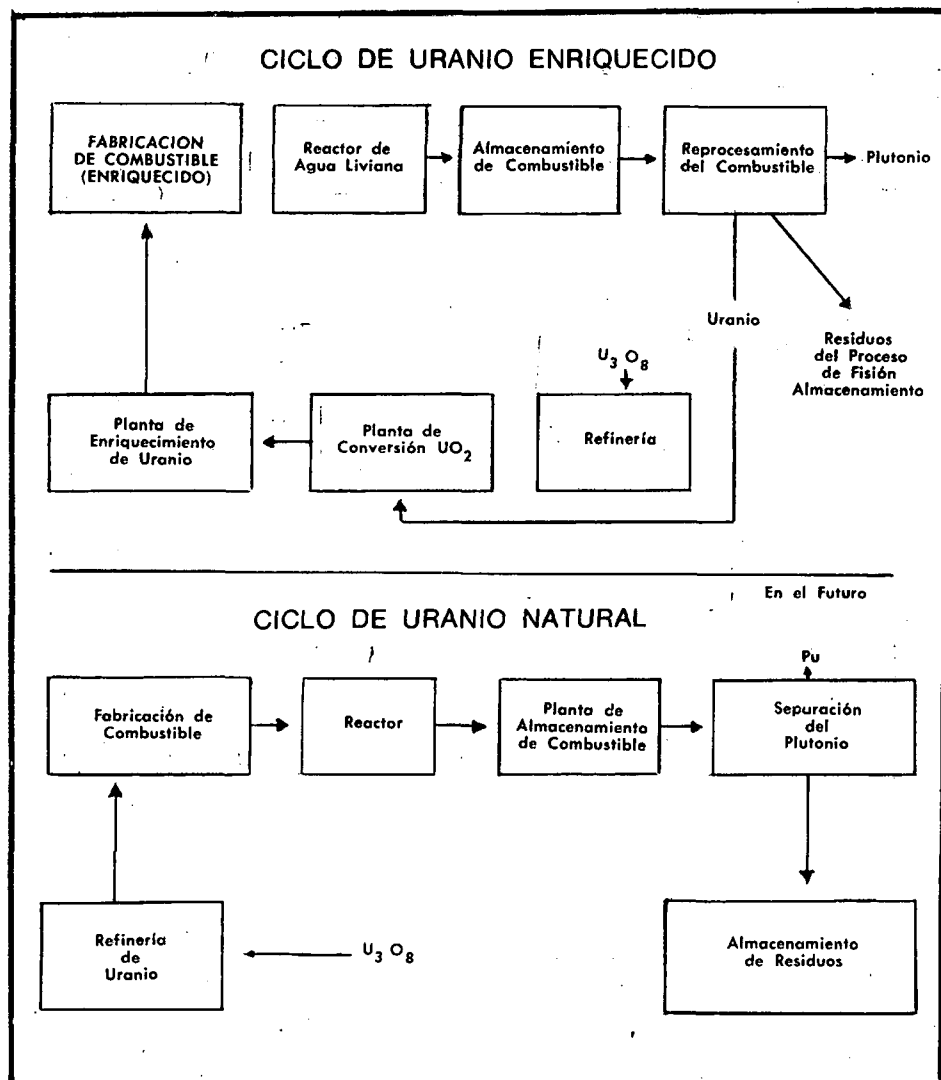
5. Winnipeg (Canadá), en estudio.

No obstante esto, en Canadá se preveen duplicar las capacidades de Bruce y de Port Hawkesbury.

En cuanto a la demanda futura de agua pesada, dado el énfasis puesto en el desarrollo de reactores alimentados con uranio natural, sería el Canadá el principal consumidor. Este país tiene un programa que implica la entrada en servicio de un reactor por año hasta 1978:

1972	Pickering II
1973	Pickering III
1974	Pickering IV
1975	Bruce I
1976	Bruce II
1977	Bruce III
1978	Bruce IV

Los requerimientos totales de agua pe-



sada para cumplir con este programa son de aproximadamente 4.500 toneladas. Considerando el panorama citado, y teniendo en cuenta la producción acumulada de Canadá hasta el año 1978, la producción sería de 9.500 toneladas, y los requerimientos alcanzarían a 5.000 toneladas. Por lo tanto la inquietud provocada por la probable escasez mundial de este elemento queda por demás desvirtuada.

En cuanto a nuestro país, de implementarse el programa de desarrollo nuclear eléctrico anunciado por la Comisión Nacional de Energía Atómica en diversos medios periodísticos durante este último año, se podrían absorber las necesidades de agua pesada mediante el alquiler de la misma, su compra, o lo que indudablemente resulta más conveniente, su fabricación en el país. Si se instalan, por ejemplo, centrales de 600 MWe alimentadas con uranio natural, el desembolso en caso de compra ascendería a aproximadamente 38 millones de dólares por central, y en caso de alquiler a 3 millones de dólares por año. Si la vida útil de una central es timada en treinta años, el costo total por alquiler sería de 90 millones de dólares. En el caso de instalar reactores de 600 MW cada uno, a partir del año 1982 sería necesario contar con una planta de 400 t/año de capacidad, la que tendría que comenzar a funcionar en 1976. A partir de 1985 tendría que entrar en funcionamiento otra planta de 200 t/año.

El costo de una planta productora de agua pesada con una capacidad de producción de 400 t/año utilizando el método del intercambio químico de la separación de isótopos entre el $\text{SH}_2\text{-H}_2\text{O}$ tendría un costo de inversión de aproximadamente 80 millones de dólares. La instalación de una planta de este tipo en la Argentina es considerada perfectamente factible, y además ésta tendría un muy elevado porcentaje de contenido local debido a las características técnicas de estas plantas.

ASPECTOS ECONOMICOS Y FINANCIEROS GLOBALES

Los costos básicos de los reactores CANDU a uranio natural y los reactores L.W.R. con su combustible enriquecido, son aproximadamente iguales. Los precios cotizados en una dada licitación pueden mostrar alguna variación, pero pareciera que no existe ninguna razón para que los costos de las plantas fueran sensiblemente diferentes. El costo del agua pesada para el sistema CANDU es un costo adicional, parcialmente compensado por el costo inicial extra de combustible para los L.W.R. El análisis de la información disponible de

licitaciones internacionales sugiere que el costo de un sistema CANDU con agua pesada y combustible puede ser un 10 % mayor que un L.W.R. con su primera carga de combustible.

(La posibilidad de recurrir al préstamo de agua pesada, que en la actualidad es ofrecida por algunos proveedores, proporciona una ventaja al sistema de uranio natural CANDU al reducir su inversión inicial. Por otra parte, aun en el caso que se adquiera agua pesada, esta operación se hace solamente una vez para la puesta en marcha con precio conocido y no presenta riesgos por la incertidumbre de la disponibilidad o de los precios futuros.)

Para ofrecer costos de energía unitarios competitivamente aceptables, el sistema CANDU debe ofrecer ventajas en los costos de operación, mantenimiento y combustible. Los costos de O y M de los dos sistemas son prácticamente iguales, con un ligero costo adicional por la regeneración parcial del agua pesada en el sistema CANDU. El costo de combustible para el sistema CANDU de uranio natural es prácticamente la mitad del correspondiente a los L.W.R. y es entonces este factor, que hace al sistema competitivo en alto grado. Los costos relativos de combustibles para estos dos sistemas mejorarán en el futuro en favor del uranio natural. El incremento de los costos del uranio tiene menor efecto en el sistema CANDU (que obtiene prácticamente el doble de energía por libra) y el contenido de mano de obra en la fabricación de combustible es relativamente menor para uranio natural y en consecuencia y nuevamente, el crecimiento en el costo de la mano de obra tendrá menor efecto en el sistema CANDU. La mayor diferencia sin embargo, es debida al costo de enriquecimiento y es altamente improbable que este costo se mantenga en los niveles actuales aún con los nuevos procedimientos en desarrollo. Cualquier aumento y podría ser este substancial, incrementará aun más los costos relativos de los combustibles del L.W.R.

(Hasta ahora toda la producción de uranio enriquecido ha sido realizada (U.S.A., Inglaterra, Francia y Rusia) en plantas construidas hace tiempo con objetivos de interés militar y por lo tanto con subsidios especiales. Las nuevas plantas que serán construidas por la industria privada sin subsidios militares, producirán uranio enriquecido a precios substancialmente más elevados que los actuales.)

Requerimientos de divisas

Los reactores de uranio natural sistema CANDU necesitan a lo largo de su vida útil, una substancialmente menor cantidad de divisas que cualquier otro tipo de re-

actores. El contenido local de la planta inicial debiera ser por lo menos tan alto como el de los reactores L.W.R. y podría ser mayor con el sistema de tubos de presión. En la primer etapa de cualquier programa nacional, podría ser necesario importar agua pesada, sin embargo es realmente práctico para cualquier nación producir agua pesada para su propio uso teniendo en cuenta además, que en mercados para la exportación se prevén en el futuro. El programa nacional de desarrollo de la energía nuclear de la India es muy probablemente el mejor ejemplo de la aplicación de un sistema de energía nuclear para dar independencia en recursos energéticos eficiente con un mínimo drenaje en divisas.

La mayor de las ventajas que presenta el sistema CANDU de uranio natural en lo relativo a necesidad de divisas, reside en el consumo de combustible. Nuestro país, con reservas de uranio y con la firme decisión de fabricar su propio combustible, puede prácticamente eliminar el componente extranjero. Ella puede también producir sus propias aleaciones de zirconio requerido para la fabricación de combustible. Si la Argentina prefiere en cambio comprar componentes del combustible, existen varias fuentes de abastecimiento tales como E.E.U.U., Canadá, Francia, Gran Bretaña e India. En el caso de los sistemas de uranio enriquecido es casi impracticable para la Argentina llegar a ser autosuficiente en el futuro previsible. Una instalación de separación de uranio no es una posibilidad practicable por el momento (dentro de 10 años uno de los nuevos procesos podría quizás ofrecer esa posibilidad). Durante la vida útil de un reactor L.W.R. de 600 MW y a los precios actuales serían necesarios 250 millones de dólares, si no se utilizara uranio argentino y del orden de 160 millones de dólares si uranio argentino se entregara a la planta de enriquecimiento.

El agua pesada en cambio es un enriquecimiento inicial con muy pequeñas cantidades anuales por pérdidas, etc. El requerimiento anual podría requerir una pequeña cantidad de divisas o Argentina podrá construir una pequeña planta de agua pesada asociada con la industria de los fertilizantes por ejemplo. Tales plantas están operando en Francia y en la India; existe disponibilidad comercial. Canadá tiene un importante programa de desarrollo en marcha en nuevos procesos de producción de agua pesada y espera poder ofrecer plantas pequeñas que asegurarían en forma económica el abastecimiento de las pequeñas cantidades anuales y en consecuencia independencia total en este aspecto.

Es sabido que el agua pesada se pro-

duce en EE.UU., Canadá, Rusia, Francia e India. Canadá tendrá a corto plazo la mayor capacidad de producción de agua pesada en el mundo, pero también existen disponibilidades comercialmente, cantidades apreciables de otras fuentes.

El bien comprobado proceso de intercambio ácido sulfhídrico para la producción de agua pesada puede ser llevado al nivel de planta comercial en cualquier lugar del mundo donde exista disponibilidad de energía para la producción de vapor y electricidad y agua. El costo de una instalación puede variar con la ubicación y tamaño de la planta, y una planta de una capacidad de producción de 400 toneladas por año, estaría en el orden de 100 millones de dólares y podría satisfacer las necesidades de un programa nuclear que prevea la instalación de una planta de 600 MW cada 18 meses. Los proyectos disponibles actualmente consisten en unidades de 200 toneladas por año y se realizan estudios para unidades de 100 toneladas que requieren menor inversión de capital.

TENDENCIA MUNDIAL

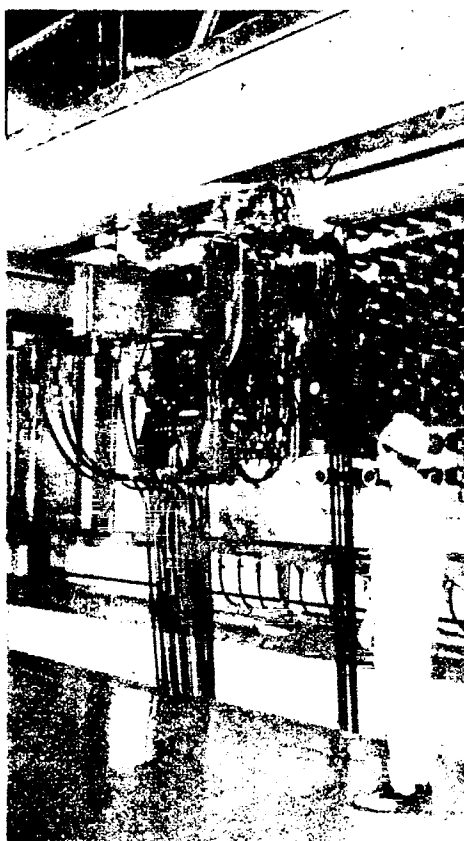
La mayoría de los reactores nucleares construidos y en construcción utilizan uranio enriquecido y el sistema de L.W.R. americano es el predominante, siendo los reactores de gas grafito de Gran Bretaña la excepción. Los reactores del sistema L.W.R. presentan dos problemas específicos que causan gran preocupación:

1. Disponibilidad de capacidad productora de uranio enriquecido no solamente para el consumo mundial, sino también para el consumo interno de EE.UU. (Una única fuente, EE.UU., de abastecimiento económico es una preocupación para los países que desean independencia en sus fuentes de energía, existiendo la posibilidad de fuentes adicionales con el desarrollo de otros procesos tales como el centrifugado, pero las posibilidades económicas y comerciales en escala industrial de tales fuentes no son conocidas todavía y tal situación subsistirá por algunos años.)

2. La disponibilidad de uranio a largo plazo (pero dentro de la vida útil de los reactores en estos momentos en construcción) desde el momento en que los L.W.R. son ineficientes quemadores de uranio (consumen en exceso).

Para resolver estos dos problemas los EE.UU.:

1. Debieron construir más instalaciones de enriquecimiento y se ha planeado al parecer, que éstas sean realizadas por el sector privado, lo cual inevitablemente deberá conducir a precios más elevados para el enriquecimiento, y,



2. Debieron encontrar un sistema de reactores diferentes debido a las limitaciones en reservas de uranio a precios razonables y en tal sentido, están volcándose hacia los reactores rápidos refrigerados con sodio, como una solución.

Una solución segura a través de los reactores rápidos todavía no está totalmente probada.

Todos los países embarcados en programas nucleares de importantes, según la línea de reactores L.W.R. enfrentan hoy mismo esos dos problemas y muchos de ellos están buscando una solución diferente. Los "convertidores avanzados" ofrecen una relativamente simple salida totalmente probada y pueden satisfacer las necesidades muy bien hacia el futuro. Los dos sistemas de convertidores avanzados que pueden utilizar uranio o torio son el sistema moderador de agua pesada y el refrigerado a gas a alta temperatura (este último en las primeras etapas de desarrollo).

El sistema CANDU moderado con agua pesada ha sido ampliamente comprobado y demostrado en Canadá. La versión refrigerada a agua pesada de este siste-

ma de reactores es la línea principal seguida en Canadá con 6000 MW en operación o en construcción y además 5000 MW de compromisos en el futuro para una única empresa canadiense. Este sistema de reactores produce el doble de energía a partir de una libra de uranio que el sistema L.W.R. (en consecuencia duplicando las disponibilidades de uranio como productor de energía) y además, produce alrededor de tres veces la cantidad de plutonio que el sistema L.W.R. Asimismo, este sistema de reactores puede permitir el uso de torio en forma eficiente, y de tal manera incrementar la disponibilidad de las fuentes de energía del mundo en esta área.

El sistema CANDU, que como hemos visto es básicamente una configuración basada en tubos de presión utilizando agua pesada como moderador. Puede usar agua pesada o agua liviana o un compuesto orgánico como refrigerante, y estos tres sistemas de refrigeración han sido satisfactoriamente comprobados en el mundo y en Canadá en grandes sistemas de reactores.

El programa nacional de reactores térmicos en Japón y en Italia, está basado en una versión del sistema CANDU refrigerado a agua liviana. Gran Bretaña acaba de anunciar su preferencia por el sistema de tubos de presión moderado con agua pesada y refrigerado con agua natural hirviendo (llamado SGHWR, Steam Generating Heavy Water Reactor) como su más importante sistema de reactores térmicos, y además se ha integrado en un importante programa internacional (con Canadá, probablemente Francia y tal vez otros países) para desarrollar este sistema como principal línea comercial hasta la total y segura comprobación de los reactores rápidos, cosa que ocurrirá probablemente en la próxima década. Gran Bretaña ha decidido no instalar L.W.R. y ha dado por concluido los reactores de tipo HTR (High Temperature Gas-cooled Reactor) no suficientemente comprobado y/o desarrollado para llegar a cumplir sus necesidades en el tiempo (Time scale).

Francia está estudiando seriamente el reactor de tubos de presión, moderado con agua pesada, como una posible línea principal para desarrollo y aplicación en Francia como un programa nacional en paralelo con la instalación de L.W.R. con licencia de fabricantes americanos. India, después de comprar dos L.W.R. ha lanzado firmemente un programa de construcción de cuatro reactores CANDU-PHW, uno de ellos ya operando; cuatro reactores más han sido ya comprometidos en un programa que incluirá algunos otros más.