

REPUBLICA ARGENTINA

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

INFORME N.º 115

La Contribución de la Energía Nuclear
a la Solución del
Problema Energético Argentino

por

Alegria J. L., Csik B. J., Nasjleti E. V., Papadópulos C. C., Quihillalt O. A.

Trabajo presentado ante la:

*"Tercera Conferencia Internacional para Usos Pacíficos
de la Energía Nuclear"*

Ginebra - 1964

BUENOS AIRES

1964

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

INFORME N.º 115

La Contribución de la Energía Nuclear
a la Solución del
Problema Energético Argentino

por

Alegria J. L., Csik B. J., Nasjleti E. V., Papadópulos C. C., Quihillalt O. A.

Trabajo presentado ante la:
"Tercera Conferencia Internacional para Usos Pacíficos
de la Energía Nuclear"
Ginebra - 1964

BUENOS AIRES

1964

La Contribución de la Energía Nuclear a la Solución del Problema Energético Argentino

Alegría J.L., Csik B.J., Nasjleti E.V.,
Papadópulos C.C., Quihillalt O.A.

Comisión Nacional de Energía Atómica
Buenos Aires - Argentina

1. INTRODUCCION

Siete años atrás la República Argentina recibió una propuesta formal para la construcción de una central nuclear. Tal proyecto no se llevó a cabo debido a que, examinado a la luz de los estudios realizados por la Comisión Nacional de Energía Atómica hasta esa época, no reunía las garantías y ventajas exigibles en relación con los costos de instalación y generación, con la experiencia de operación y con la participación de la técnica y la industria nacionales.

Desde aquella época se han producido cambios que alteraron profundamente la situación. En numerosos países se han instalado centrales nucleares y la experiencia mundial crece rápidamente. Si bien el costo de instalación continua siendo mayor que el de las plantas térmicas convencionales, la diferencia se ha reducido considerablemente. En cuanto al costo de generación de energía nucleoelectrónica, éste ha llegado a ser competitivo para grandes unidades operando como centrales de base en zonas de alto costo de energía.

En el país el costo de energía es elevado. La insuficiencia de la electrificación, característica común en la mayoría de los países en desarrollo, sigue siendo uno de los graves problemas que afectan a la evolución normal. La instalación de nuevas centrales eléctricas es una urgente necesidad, constituyendo los problemas de financiación la dificultad principal para la solución del problema energético.

La industria nacional ha progresado y en particular se ha creado una pequeña industria nuclear que le permitirá disponer del combustible y aún de elementos combustibles para abastecer las usinas nucleares a instalar. El país posee actualmente un equipo técnico-nuclear de relativa importancia, base para una ampliación futura.

Un factor de confianza es la existencia de un elevado es píritu de cooperación internacional y en particular la del Or ganismo Internacional de Energía Atómica que puede prestar una ayuda importante.

La consideración de estos factores, que hace siete años hicieron estimar como prematuro e inadecuado aquel proyecto de central nuclear, nos lleva a adquirir el convencimiento de que el momento de encarar un plan de potencia nuclear ha lle gado. Así culminan los estudios preliminares realizados dur an te estos años, cuya síntesis es el presente trabajo.

Al efectuar este análisis, se han tomado en cuenta exclu sivamente los factores económicos, sin utilizar los que deri van de considerar la necesidad nacional de conservar los recur sos naturales para su utilización óptima. Es evidente que, de haberlos incluido en el estudio previo, aquellos argumentos reforzarían la posición de las centrales nucleares.

Los trabajos preliminares ya han dado su primer fruto. La Comisión Nacional de Coordinación de Grandes Obras Eléctri cas, acaba de aprobar en la reunión del 10 de Abril de 1964 la realización del estudio de factibilidad de una central nu clear, estudio que demandará un año de tiempo y para el cual se cuenta con la valiosa ayuda del O.I.E.A.

2. REPUBLICA ARGENTINA

Características

2.1 Datos Generales.

Situada en la extremidad meridional de América del Sud, la Argentina continental cubre una superficie de 2.790.000 Km² y tiene una población de 22 millones de habitantes. La mayor parte de su territorio es de clima templado y templado-frío, encontrándose zonas de clima sub-tropical en el norte del país. Está caracterizada por una desigual distribución demográfica. La mayor concentración de la población se presenta en la región de las pampas húmedas, con un 75% del total. La ciudad de Bue nos Aires, que se encuentra en ésta región, constituye con sus alrededores (Gran Buenos Aires) el conglomerado metropolitano mayor del Hemisferio Sud con 7.000.000 de habitantes. La zona que incluye la ciudad de Buenos Aires y las principales ciuda des que se encuentran sobre el curso inferior del río Paraná y costa argentina del Río de la Plata se denomina zona del Gran Buenos Aires - Litoral, expresión que luego emplearemos al re ferirnos a la misma en el presente trabajo. Esta zona está caracterizada por ser la de mayor desarrollo industrial y centro de convergencia de los principales sistemas de comunicación del país.

El índice de crecimiento demográfico del país es del 1,9% y el de alfabetismos superior al 92%. El 68% de la población reside en zonas urbanas. La red caminera tiene 175.000 km de los cua les un 15% son pavimentados; existen 44.000 km de líneas férreas y una flota mercante con un registro bruto de 1.300.000 toneladas.

2.2 Aspectos Económicos.

El suelo argentino y su clima ofrecen condiciones excepcionales para la agricultura y la ganadería, actividades que tienen un rol fundamental en la economía del país. Representan el 34% del producto bruto y el 85% de las exportaciones. El total de estas últimas alcanza anualmente un valor aproximado de 1.300 millones de dólares.

La industrialización se ha incrementado sensiblemente en las últimas décadas. En la actualidad, sobre un producto bruto anual equivalente a 10.000 millones de dólares, el 19,3% corresponde a la industria. La producción anual de los principales rubros industriales es: acero 450.000 toneladas, ácido sulfúrico 220.000 toneladas, cemento portland 3 millones de toneladas y automotores 185.000 unidades. La producción de combustibles en orden de importancia es: petróleo y gas natural 14 millones t.e.p. (toneladas equivalente petróleo), combustibles vegetales 1,9 millones t.e.p. y carbón 125 mil t.e.p.

La importación de materia prima semi-elaborada y de maquinarias es aún muy importante y gravita fuertemente en la balanza del comercio exterior.

La economía argentina en conjunto presenta todas las características de un país en proceso de desarrollo: renta individual débil, moneda vulnerable y balanza del comercio exterior fluctuante. Sin embargo posee un conjunto de factores favorables como ser, una superficie útil apreciable, recursos energéticos, materias primas abundantes y un núcleo de población importante, que inducen a predecir un rápido proceso de desarrollo.

3. RECURSOS ENERGETICOS

Las reservas energéticas de la República Argentina son relativamente abundantes, ocupando el primer lugar el petróleo y el gas natural. Se encuentran ubicadas en general en zonas separadas de la región Gran Buenos Aires - Litoral por distancias superiores a los 1.000 km.

3.1 Petróleo y Gas Natural.

Las zonas productoras principales se encuentran en la región patagónica, en la región noroeste y en la zona andina central. Las reservas comprobadas de petróleo y gas natural son 800 millones de m³ equivalente petróleo (Fig. 1).

3.2 Carbón.

La República Argentina dispone de una reserva de 460 millones de toneladas de carbón. Se encuentra en su casi totalidad en el yacimiento de Río Turbio, en el extremo Sur del país. Para su transporte a Buenos Aires debe cubrir un trayecto de 250 km por ferrocarril y 2.000 km por vía marítima. Es un carbón apto para ser empleado en centrales eléctricas (Fig. 1).

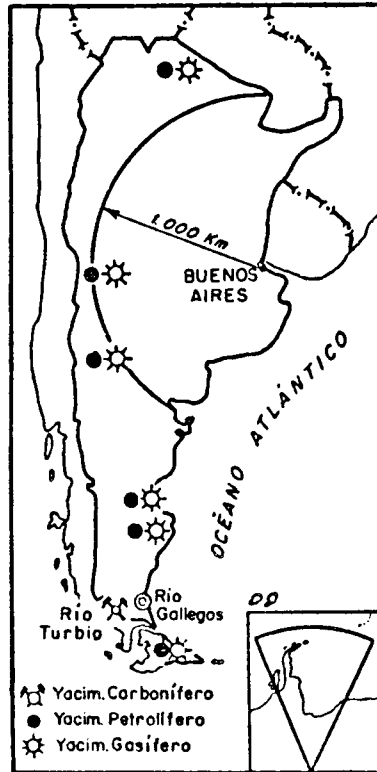


Figura 1

COMBUSTIBLES CONVENCIONALES YACIMIENTOS Y CONSUMO

AÑOS	CARBON (En miles de t)				PETROLEO (en millones de m ³)			GAS Producción en m ³
	Producción Nacional	Rio Turbio	Importación	Consumo	Producción Nacional	Importación	Total	
1950	72,9	26,4	1.467,3	1.540,3	3,730	3,559	7,289	764.605
1955	143,9	135,9	1.272,0	1.415,9				1.064.610
1960	279,8	265,4	1.446,2	1.726,0	10,152	3,684	13,836	3.550.343
1962	212,8	210,9	758,4	971,2	15,607	1,215	16,822	6.173.016
* 1973					27,000			12.300.000

* Producción estimada

3.3 Uranio.

En la actualidad el potencial uranífero argentino se estima en 25.000 toneladas de U_3O_8 . De éstas, 4.000 toneladas han sido ya evidenciadas. La capacidad anual de producción de U_3O_8 de pureza nuclear es de 100 toneladas. Existen dos plantas de tratamiento y una estación de lixiviación para producción de preconcentrados (Fig. 2).

3.4 Potencial Hidráulico.

El potencial hidráulico económicamente, aprovechable es del orden de los 11.000 MW. Su distribución geográfica se muestra en la Fig. 3. Se estima que 6.000 MW son los aprovechables en una primer etapa de desarrollo.

4. ACTIVIDADES NUCLEARES

4.1 Comisión Nacional de Energía Atómica.

El organismo oficial encargado de promover y coordinar el esfuerzo nuclear argentino es la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Sus principales actividades han sido hasta el presente: la formación de personal, la prospección, producción y tratamiento de minerales nucleares y la investigación básica y tecnológica.

En el cumplimiento de su misión la CNEA ha invertido hasta el presente un total equivalente a 80 millones de dólares. En la actualidad tiene un presupuesto equivalente a 10 millones de dólares anuales y cuenta con un personal de 1.500 agentes, de los cuales cerca de 600 son graduados universitarios.

4.2 Reactores Nucleares.

La CNEA ha construido y operado desde 1958 un reactor de investigación de 30 kW (R.A.-1, versión modificada del Argonaut) y una facilidad crítica.

En la actualidad está por ser completado, en las afueras de Buenos Aires, un segundo reactor de investigación (R.A.E.P.), tipo tanque, de una potencia térmica de 5 MW. Este reactor ha sido diseñado por personal de la Comisión y su construcción se realiza con la participación activa de la industria local.

Los elementos combustibles se fabrican en los laboratorios y talleres de la Comisión. Esta tarea ha dejado una experiencia que permitirá en un futuro encarar la producción de elementos combustibles para reactores de potencia.

La posible participación de la energía nuclear para la generación de electricidad en la Argentina es objeto de permanentes estudios, cuya finalidad es evaluar diferentes tipos de reactores, estimar sus aspectos económicos y su proyección futura.

PRINCIPALES YACIMIENTOS NUCLEARES

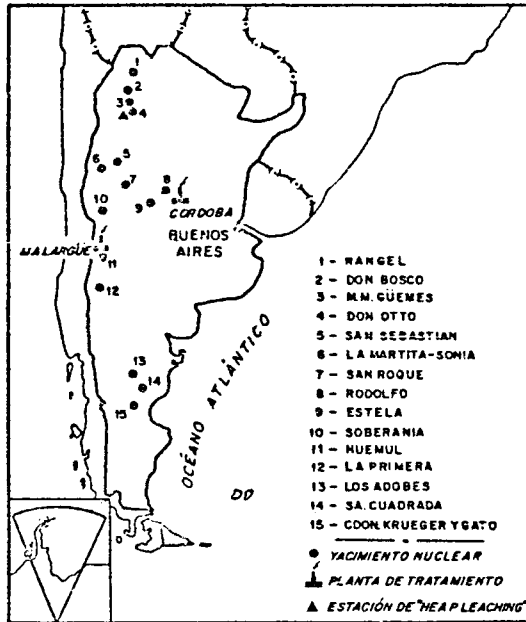


Figura 2

RESERVAS HIDRAULICAS

POTENCIA INSTALABLE EN MW

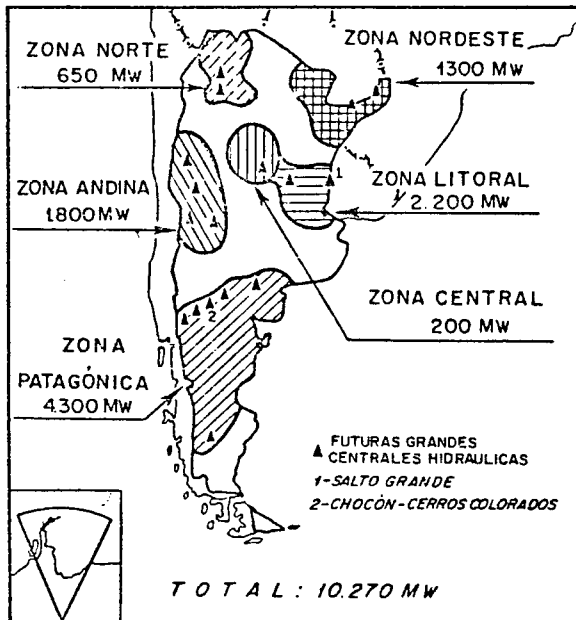


Figura 3

5. ELECTRIFICACION Y DEMANDA

5.1 Potencia Instalada.

La potencia eléctrica instalada en la República Argentina es de 5.000 MW aproximadamente, produciéndose 15 GWh/año. El 93% de la capacidad de generación corresponde a centrales térmicas y el 7% a centrales hidráulicas. La baja proporción de la participación hidráulica es principalmente consecuencia de las grandes distancias que separan la región densamente poblada del país, de las zonas donde existen reservas hidráulicas.

El 30% de la capacidad de generación instalada corresponde a grupos de autogeneración. Este alto porcentaje se debe a que la expansión de la capacidad de generación de servicio público ha sido inferior al crecimiento de la demanda en las últimas décadas.

El 68% de la potencia total instalada, o sea 3.400 MW, se encuentra en la zona del Gran Buenos Aires - Litoral. De ésta potencia, 2.400 MW se encuentran instalados en el Gran Buenos Aires propiamente dicho. Las zonas que le siguen en orden de importancia son las de Córdoba y Mendoza con 310 y 200 MW respectivamente.

Existen en la República Argentina seis sistemas eléctricos independientes (Fig. 4). Únicamente el del Gran Buenos Aires-Litoral es de una magnitud tal como para ser considerado de interés al estudiar la posibilidad de la instalación de centrales nucleares en un futuro inmediato. La potencia efectiva interconectada del mismo es en la actualidad de 2.100 MW.

5.2 Consumo de Combustible.

El consumo de combustible para la generación de electricidad en la República Argentina, alcanza los 5 millones de toneladas equivalentes de petróleo por año. De este total el 75% corresponde a fuel-oil, el 10% a Diesel-oil, el 10% a gas natural y el 5% a carbón. El consumo específico es relativamente alto (3.700 cal/kWh en promedio en 1952), debido a la existencia de muchas centrales antiguas de bajo rendimiento y un elevado número de unidades de pequeña potencia.

5.3 Demanda.

La producción de energía eléctrica en la República Argentina creció en promedio con una tasa del 7% anual acumulativo durante los últimos 40 años. En las últimas décadas la demanda lo hizo a un ritmo más acelerado, originándose una situación energética deficitaria cuyos efectos fueron especialmente sensibles en las zonas del Gran Buenos Aires - Litoral. Se estima que la demanda en los próximos decenios aumentará duplicándose cada nueve años en promedio, lo que equivale a una tasa de crecimiento de un 8% anual acumulativo. Esta evolución energética significa la necesidad de instalar 4.300 MW adicionales hasta 1972 y de 7.700 MW más antes de 1980, o sea un total de 12.000 MW para el período 1964 - 80. (Fig. 5).

SISTEMAS INTERCONECTADOS

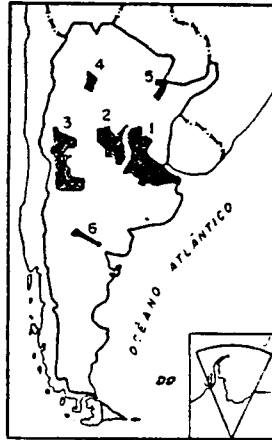


Figura 4

CAPACIDAD DISPONIBLE

- 1- Gran Buenos Aires -Litoral... 2.100 MW
- 2- Córdoba... 230 Mw
- 3- Mendoza... 130 Mw
- 4- Tucumán... 65 Mw
- 5- Resistencia-Corrientes... 35 Mw
- 6- Alto Valle del Rio Negro... 28 Mw

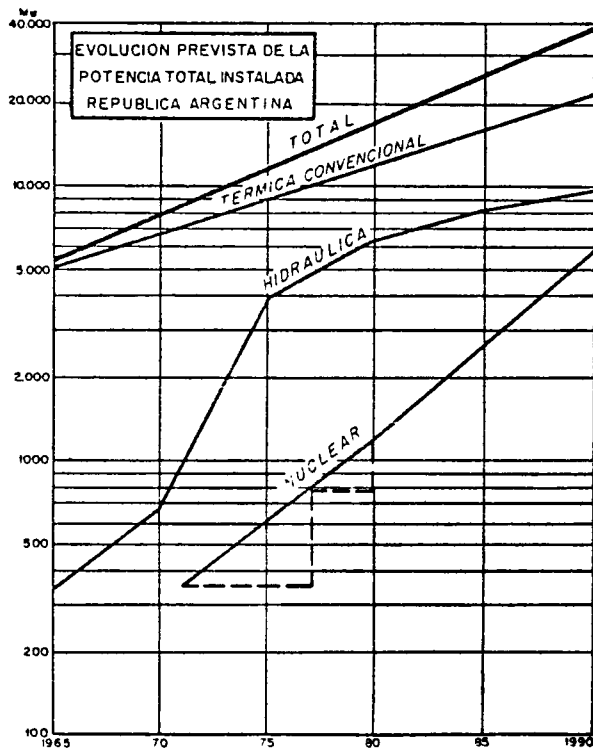


Figura 5

5.4 Sistema Gran Buenos Aires - Litoral.

El crecimiento de la demanda en el sistema Gran Buenos Aires - Litoral será en los próximos decenios el factor de mayor significación en el desarrollo de la electrificación de la República Argentina. El grado de interconexión de este sistema es elevado y aumentará en los próximos años. En la actualidad se dispone de 2.100 MW en la red de servicio público y se estima que hacia fines de 1972 la capacidad efectiva requerida será del orden de los 4.100 MW, lo que significa una expansión de 2.000 MW. En el año 1980 se necesitarán 7.100 MW lo que representrará una expansión adicional de 3.000 MW en el período 1972 - 80. (Fig. 6).

La situación de la región que abarca el Sistema Gran Buenos Aires - Litoral, en cuanto se refiere a los recursos energéticos, es la siguiente: para la generación térmica dependerá del abastecimiento de combustibles producidos en otras zonas del país o importados, mientras que la contribución de la energía hidroeléctrica deberá llegar mediante extensas líneas de transmisión.

Dos grandes proyectos hidroeléctricos son contemplados para alimentar este sistema en un futuro inmediato. Uno de ellos (Salto Grande) está situado a 420 km de distancia de Buenos Aires, y el otro (Chocón - Cerros Colorados) se encuentra a 1.100 km (Fig. 3). Sus aportes recién se materializarán para fines del año 1972, con una potencia inicial de 420 MW, hasta alcanzar en 1975 una potencia de 1.500 MW. A partir del año 1978 es de estimar que se producirán nuevos aportes hidráulicos.

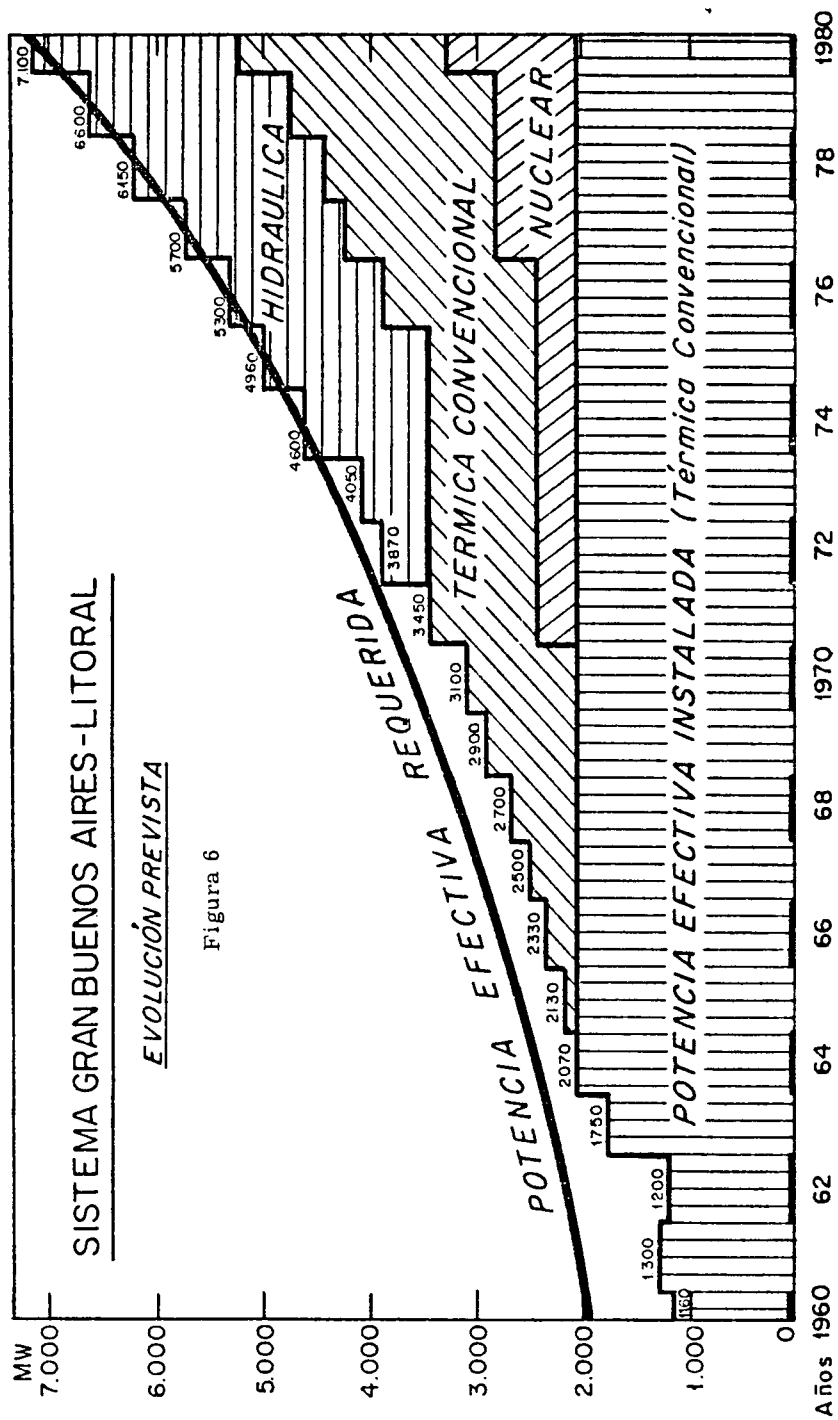
La expansión de la capacidad de generación térmica del Sistema Gran Buenos Aires - Litoral, que deberá realizarse hasta el año 1972, es de 1.500 MW. Antes del año 1980 se requerirán otros 1.500 MW térmicos adicionales.

Para la satisfacción de las necesidades de combustibles, el país dispone de petróleo, gas natural, carbón y combustibles nucleares. Las reservas de petróleo y gas natural pueden proporcionar una parte importante de la energía térmica necesaria para atender la expansión de la capacidad de generación en los períodos considerados. En la actualidad, el empleo de carbón en las centrales eléctricas es muy reducido, no esperándose en un futuro inmediato que aumente el mismo en forma significativa.

5.5 Costo de la Energía en el Sistema Gran Buenos Aires - Litoral.

El costo actual de la energía térmica en la zona considerada está comprendido entre 2 y 2,4 dólares por millón de calorías (equivalente a 50 - 60 centésimos de dólar por millón de BTU).

El costo de la energía hidroeléctrica que abastecerá esta región se estima que estará comprendido entre 9 y 11 mills/kWh. Estos valores caracterizan la región del Gran Buenos Aires - Litoral como zona de alto costo de energía.



6. POSIBILIDADES DE LA ENERGIA NUCLEAR

6.1 Central Nuclear para el Sistema Gran Buenos Aires - Litoral.

Los costos de la energía en general y de la energía térmica convencional en especial, en esta zona, permiten afirmar que existen válidas razones económicas para contemplar el empleo de la energía nuclear en la futura expansión del Sistema Gran Buenos Aires - Litoral. Siendo la capacidad requerida de este sistema para fines de 1972 de 4.100 MW, es factible instalar una central nuclear de 350 MW para operar con alto factor de carga. Resultará por tanto que la expansión térmica requerida hasta el año 1972 podría ser compuesta de 350 MW nucleares y 1.150 MW térmicos convencionales. Para el período 1972 - 80 se estima que se requerirá una ampliación de la potencia térmica en unos 1.500 MW de los cuales 850 MW podrían ser nucleares.

Después del año 1980, o quizás ya antes, la participación de la energía nuclear será posible en otros sistemas eléctricos del país, por cuanto habrá aumentado considerablemente el grado de interconexión de las distintas zonas además del crecimiento propio de la demanda en cada una de ellas.

6.2 Selección del Tipo de Central Nuclear.

Se ha realizado, con la finalidad de seleccionar el tipo de central nuclear, una serie de estudios preliminares de evaluación de reactores a base de la experiencia mundial existente. Aún siendo cierto que la instalación de un reactor de potencia no significa que todos los reactores futuros sean del mismo tipo, resulta sin embargo conveniente poder aprovechar al máximo la experiencia adquirida, lo cual se logra manteniendo una misma línea.

Para la selección del tipo del primer reactor a instalar en el Sistema Gran Buenos Aires - Litoral, se consideraron únicamente reactores que cuentan con un prototipo funcionando satisfactoriamente en alguna parte del mundo.

Los principales factores de evaluación fueron el costo de la energía eléctrica producida, el costo de instalación e inversiones complementarias y el grado de participación de la industria nacional. La posibilidad de autoabastecimiento en materia de combustibles nucleares, paralelamente con la evaluación de adicionales factores económicos y técnicos indican una preferencia, en principio, por los reactores a uranio natural.

Las condiciones de financiación pueden tener una considerable influencia en la selección final. Si algunos de los tipos de reactores considerados resultara favorecido en manera especial, desde este punto de vista, la decisión definitiva podrá ser diferente de la indicada anteriormente como preferencia.

7. FINANCIACION DE LA CENTRAL NUCLEAR

La instalación de una central nuclear de una potencia del orden de 350 MW implica una inversión de magnitud, a ser realizada en un período de aproximadamente seis años. En consecuencia, los aspectos de financiación adquieren gran importancia, en especial tratándose de un país en desarrollo que no cuenta con abundantes recursos financieros propios.

Puede considerarse que en la Argentina existen, como recursos de financiación: los remanentes de explotación, el aporte estatal, el ahorro privado y el crédito exterior.

7.1 Remanentes de Explotación.

Generalmente se espera que los remanentes de explotación, o recursos de autofinanciación, cubran cerca del 50% de las necesidades de expansión de la industria eléctrica, dejándose para el crédito exterior, el aporte estatal y el ahorro privado la tarea de absorber el saldo, en el orden de importancia relativa citado. Para el caso de una central nuclear, caracterizada por el mayor capital invertido, los remanentes de explotación probablemente alcancen a cubrir el 30% de la inversión inicial.

7.2 Aporte Estatal.

El aporte estatal en la Argentina está fuertemente condicionado a la actual situación del balance económico. Los presupuestos nacionales deficitarios y la competencia de otras necesidades características en el campo financiero, tales como transporte, vivienda y otras soluciones en el sector energético, tornan difícil confiar en que ese aporte pueda resultar significativo.

7.3 Aporte Privado.

El aporte privado no tiene peso en la solución del problema de financiación de una central nuclear en la República Argentina. Si bien el mercado de energía eléctrica en el país, por la naturaleza de la relación oferta-demanda y por los regímenes legales tarifarios vigentes, es ampliamente satisfactorio, la atención del capital privado es atraída hacia sectores más rápidamente retributivos que el de la producción y venta de la energía eléctrica.

Sin embargo, es posible confiar en algún aporte privado, bajo la forma de créditos a corto y mediano plazo, negociados con las empresas argentinas que suministren obras o servicios durante la construcción de la central.

7.4 Crédito Exterior.

Se estima necesario que el crédito exterior cubra no menos del 60% de la inversión total bajo la forma de crédito industrial o de crédito bancario. El primero sería convenido a mediano plazo con los productores extranjeros de bienes de

capital necesarios para la central, que no puedan ser producidos u obtenidos en el país. El segundo, a largo plazo, se emplearía para el suministro de bienes de capital local o foráneo que no tengan otro respaldo crediticio.

7.5 Características del Crédito.

Será conveniente obtener un equilibrio adecuado entre las diversas fuentes de crédito. El crédito industrial exterior no debe convertirse en un elemento de competencia para la industria local, ahora en pleno desarrollo pero con pocas posibilidades de financiación. El crédito bancario exterior deberá negociarse de manera que admita la financiación indiscriminada de adquisiciones realizadas en el país y en el exterior. En caso contrario, este tipo de crédito también puede ofrecer inconvenientes en la adecuada utilización de la industria argentina, distorsionando la distribución relativa del aporte industrial local y foráneo.

Ante la presión de los otros requerimientos financieros de la Argentina, y dado el tope relacionado con el crédito integral del país, se estima necesario contar con créditos externos específicos para la realización en cuestión.

7.6 Respaldo Financiero.

La República Argentina ha demostrado a lo largo de toda su historia crediticia ser un deudor rigurosamente responsable, circunstancia a la que se añade el panorama decididamente favorable de su mercado eléctrico.

8. CONCLUSIONES

8.1 El panorama del abastecimiento de energía eléctrica de la zona del Gran Buenos Aires - Litoral evidencia, para el futuro inmediato, la necesidad de una expansión en la capacidad efectiva requerida, que no podrá ser cubierta en su totalidad por los proyectos hidroeléctricos actualmente en estudio. Una situación similar se presenta para el futuro mediano. Estas circunstancias llevan a la necesidad de instalar nuevas centrales térmicas convencionales o nucleares.

8.2 La estimación de costos unitarios de producción para centrales térmicas convencionales y nucleares en esta zona de alto costo de combustible fósil y el análisis de las características de las curvas de carga del sistema permiten concluir que es plenamente factible considerar la instalación de una central nuclear de unos 350 MW de potencia.

8.3 El análisis del problema de financiación permite anticipar que la obtención de facilidades crediticias exteriores en caminadas específicamente a la instalación de una central nuclear, puede tener carácter determinante en la política energética de un país en desarrollo como la República Argentina.

BIBLIOGRAFIA

1. DIRECCION NACIONAL DE ENERGIA Y COMBUSTIBLES. Anuario estadístico, Secretaría de Estado de Energía y Combustibles (1962).
2. AGUA Y ENERGIA ELECTRICA. Informe relativo a los aprovechamientos hidroeléctricos del Río Uruguay en la zona Salto Grande y del complejo El Chocón - Cerros Colorados y el mercado de energía eléctrica del Gran Buenos Aires - Litoral (1963).
3. SOFRELEC - SOGEI - S.E.E.E. Informe Técnico - Económico - Financiero de la Comisión Técnica Mixta del Salto Grande (Marzo 1962).
4. TIPPETS - ABBOTT - Mc CARTHY - STRATTON (New York); KENNEDY & DONKIN (London). Study of Argentine power problems (Junio 1960).
5. VOLPI C.A. La ingeniería N° 937 (1963).
6. COMISION INTERAMERICANA DE ENERGIA NUCLEAR. Posibilidades de utilización de la Energía Núcleo - Eléctrica en la América Latina, P.A.U. Washington D.C. (1964).
7. COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA. Informes N°: FS - 2; 90; 102 e Informes Internos.

