

PROGRAMA NUCLEAR BRASILEÑO

Por

Julio BOETTIGER Widing

Subteniente, Armada de Chile



El PROGRAMA nuclear de Brasil comenzó con la creación de la Empresa Nuclear Brasileña S.A. (NUCLEABRAS), la que empezó oficialmente sus funciones al aprobarse la Ley Nº 6.189 el 16 de diciembre de 1974.

Nucleabras es una sociedad mixta, subordinada al Ministerio de Minas y Energía, que es el organismo responsable para la ejecución de la política nuclear en Brasil. Por su parte, Nucleabras tiene a su cargo el promover las actividades de estudios y explotación minera nucleares y de implantar en el país una industria pesada para la fabricación de reactores. Además de esto, debe abrir camino (ya se está haciendo) para lograr todas las etapas del llamado "ciclo de combustible" que comprende desde la búsqueda del uranio hasta su uso como combustible nuclear".

Como Brasil no poseía la tecnología para comenzar solo este proyecto, se presentó una propuesta internacional para el primer reactor, que se denominó "Angra I",

la que fue ganada por la firma Westinghouse de USA, que deberá entregar el reactor y accesorios y montarlo.

Las obras fueron iniciadas el 1º de octubre de 1972 y se caracterizan porque Brasil hará las construcciones para el edificio del reactor, edificio de seguridad, combustibles, turbogenerador, centrales y auxiliares norte y sur.

Posteriormente, el 27 de junio de 1975, se firmó un acuerdo de cooperación con el Gobierno de la República Federal Alemana para el uso de la energía nuclear con fines pacíficos. La consecuencia inmediata de este acuerdo fue la compra al Gobierno alemán de dos reactores nucleares con 1.300.000 Kw. de potencia útil cada uno, los que se complementarán con el reactor Nº 1, generando en conjunto 3.226.000 Kw.

Ubicación geográfica

Los tres reactores estarán en el mismo terreno, uno al lado del otro, constituyéndose así en una de las plantas termonucleares más grandes del mundo. El terreno

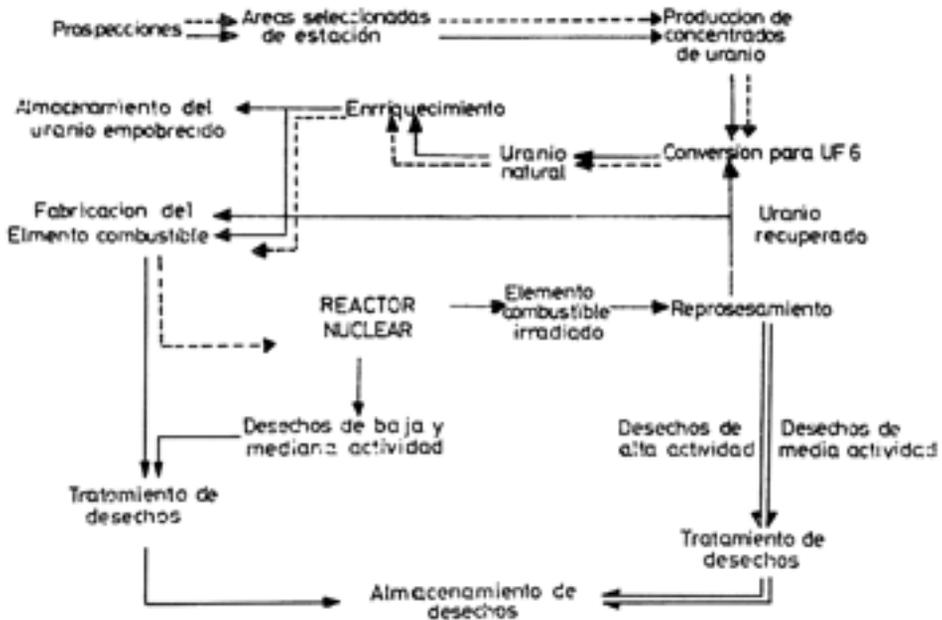
escogido es la plays de Itaorna, muy cerca del pueblo de Augra dos Reis, en el Estado de Río de Janeiro.

Combustible

Es extraído de las minas de Pocos de Caldas, en el estado de Minas Gerais, y las de Figueiras en Paraná. Estas dos aseguran el uranio necesario para la ejecución del programa.

El uranio extraído debe ser enriquecido, para lo cual pasa por algunas etapas del llamado "Ciclo del Combustible".

La línea discontinua indica el primer proceso, es decir, comienza con la prospección del uranio, su explotación y enriquecimiento, para llegar finalmente como combustible al reactor; el resto es el proceso de recuperar el uranio usado, pero que en ningún caso llega al 100%; de allí, que se vean pasar como tratamiento de desechos, almacenamiento, etc.



Enriquecimiento del uranio

El uranio, mineral encontrado en la naturaleza, está compuesto en su estado primitivo de un 99% de uranio 238, que no puede ser fisionado, y un 0,7% de uranio 235 fisionable. Por este motivo, para que eleve su porcentaje de uranio 235 a un 2 y 3% necesarios para la fabricación del elemento combustible, tiene que ser "enriquecido", llevándolo por encima de los valores encontrados en el uranio natural.

Cuando el uranio es extraído de las minas, pasa por un proceso de ácidos, dando un producto final de concentrado de uranio, llamado "yellow cake".

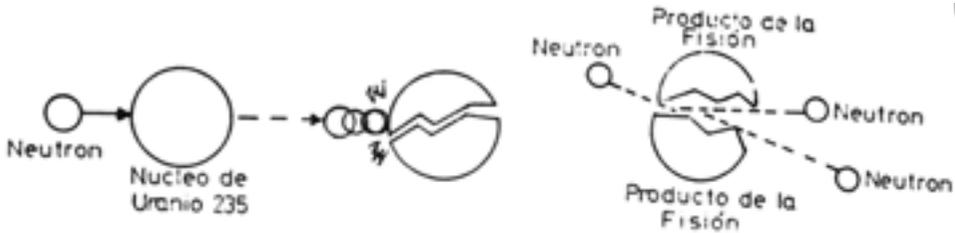
Para los reactores que utilizan uranio ligeramente enriquecido, como los que serán utilizados inicialmente por Brasil, este concentrado de uranio debe ser transformado en un gas llamado hexafluorato de uranio o UF₆. Después de este proceso de enriquecimiento es transformado en pastillas de óxido de uranio UO₂, que son colocadas en revestimientos especiales en el reactor, donde servirán de combustible.

Fisión del átomo

La fisión (división de un átomo pesado en dos más livianos) sólo se produce con determinados elementos pesados, como el uranio y el plutonio.

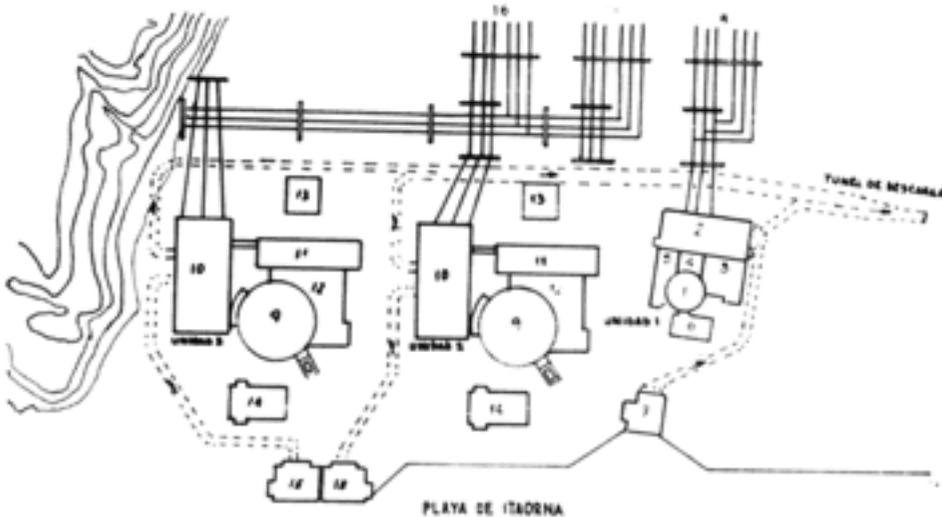
La reacción a esta fisión es la que libera la energía: en efecto, dos o tres neutrones son emitidos e irán a chocar con otros

núcleos de uranio, provocando una reacción en cadena "controlada".



Planta termonuclear de Augra Dos Reis

La planta termonuclear ubicada en la compone de 3 reactores: dos alemanes y playa de Itaorna en Augra dos Reis, se uno americano.

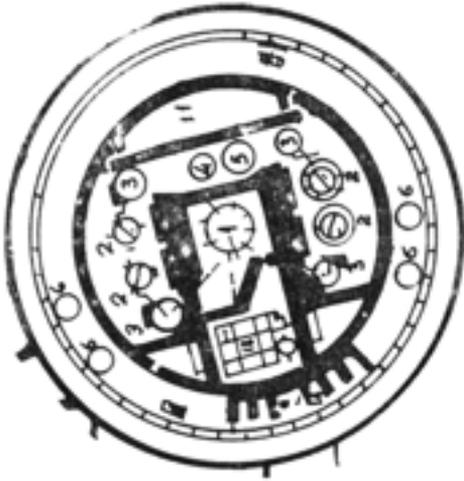


- Edificio del reactor
- Edificio del turbo generador
- Edificio auxiliar sur
- Edificio de seguridad
- Edificio auxiliar norte
- Edificio del combustible
- Toma de agua para refrigeración del reactor
- Sub-estación de 500 kw
- 9 —Edificio del reactor unidades 2 y 3
- 10 —Edificio del turbo generador
- 11 —Edificio de control
- 12 —Edificio auxiliar
- 13 —Edificio del generador de emergencia
- 14 —Edificio de alimentación de agua de emergencia

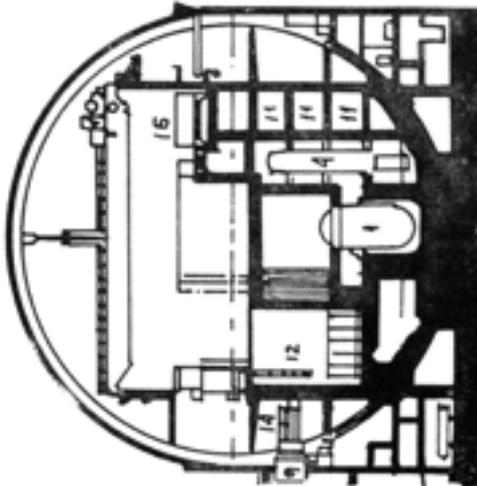
- 15 —Edificio toma de agua para refrigeración del reactor
- 16 —Sub estación de 500 kw.

Reactores alemanes (Augra 2 y 3)

Estos reactores representan lo más moderno que existe en su tipo, tanto desde el punto de vista de potencia y tecnología como de seguridad. Es debido a esto que se estima servirán como modelos para construirlos en otros grandes centros industriales del mundo.



- 1.—Vaso del reactor
- 2.—Generadores de vapor
- 3.—Bombas de refrigeración del reactor
- 4.—Presurizador
- 5.—Tanque de alivio del presurizador
- 7.—Tanque almacenamiento para agua evaporada
- F.—Puente rodante
- 0.—Entrada personal
- 10.—Convertidor de calor residual
- 1>.—Sala de válvulas
- 12.—Pozo del combustible usado
- 13.—Máquina de recargamiento
- 14.—Area de almacenamiento del combustible
- U>.—Area de almacenamiento de la tapa del reactor
- 16.—Sistema de ventilación.



Características

Cada una de estas unidades nucleares posee un único tubo generador que se ligará independientemente a una subestación existente de 500 Kw., común a las tres unidades, a través de brazos independientes.

El sistema de agua de refrigeración de los condensadores de las turbinas de las unidades 2 y 3 será protegido, de tal forma que el agua empleada será desahogada por un túnel de 1.100 mts. de largo con una boca para vaciarlo de 64 m².

Costo

El costo de las dos nuevas unidades es de 1,2 billones de dólares, que se distribuyen como sigue.-

Montaje	10%
Equipamiento local	21%
Equipamiento importado	49%
Serv. prof. y administrativo	8%
Obras civiles	> 12%

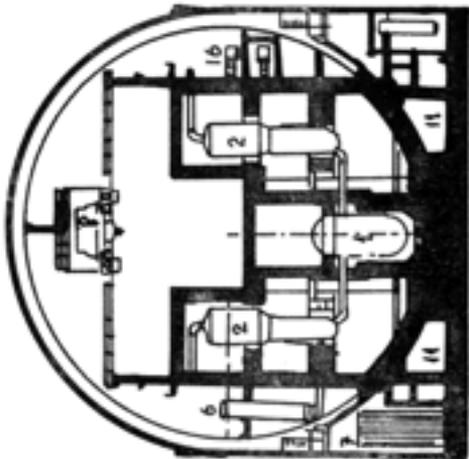
El pago será aproximadamente 150% en moneda nacional (cruzeiros) y en moneda alemana el 50% restante.

Datos de equipo

El vaso de cada reactor tendrá un peso de 530 ton. con 13 m. de altura.

Los generadores de vapor pesarán 330 ton. con una altura de 19 m.

El turbogenerador será de 63 m. de largo y el envoltorio de contención es una esfera de acero de 56 m. de diámetro.



Cada reactor generará 1.300.00 Kw, lo que da un total de 2.600.000 Kw.

Reactor brasileo (Angra 1)

Se escogió, después de una propuesta internacional, a la firma norteamericana Westinghouse, la que debió entregar el equipo y montarlo.

Las obras de construcción fueron iniciadas el 1° de octubre de 1972 y están constituidas por 6 edificios: Reactor - Seguridad - Combustible - Turbogenerador y Auxiliar norte y sur. Es de forma cilíndrica con 58,23 m. de altura, 36 m. diámetro, construido en concreto, con 70 cm. de espesor. Dentro de este edificio están ubicados los componentes principales (críticos) del sistema nuclear generador de vapor:

- Vaso del reactor.
- Generador de vapor.
- Bombas de refrigeración.
- Presurizador.

Luego, en el edificio de seguridad están la mayoría de los componentes de seguridad destinados al reactor.

El edificio de combustible almacena los combustibles nuevos y usados y los equipos que posibilitan su manipulación y operación de recarga del reactor.

El turbogenerador alberga un grupo de generadores, accesorios y la mayoría de los componentes de los sistemas auxiliares convencionales.

En los edificios auxiliares norte y sur están los correspondientes auxiliares del sistema nuclear generador de vapor.

En el edificio sur, por ejemplo, están la sala de control, paneles automáticos, la mayoría de los sistemas de ventilación y de aire acondicionado.

Conclusiones personales

Este potencial energético que Brasil está produciendo, le abrirá amplias perspectivas para su desarrollo industrial en dos de sus principales centros, Sao Paulo y Río de Janeiro, además de otros centros secundarios como Campinas, Pocos de Aldas, Curitiba, etc., ya que los 12.6 millones de Kw. de la hidroeléctrica de Itaipú, más los 3.226.000 Kw. de Augra, darán un poder eléctrico inmenso a toda esta región que industrialmente crece día a día.

Además, deberán educar acerca de 1.200 técnicos e ingenieros nucleares a corto pla-

zo, pues la planta comenzará a operar en el año 1983 con toda su capacidad.

Otro punto muy interesante de tratarles que con esto a Brasil se le abre el camino para la construcción de armamento nuclear, pues las instalaciones actualmente en construcción se lo permitirán. Para explicarlo es necesario comenzar desde el principio.

Para alimentar los reactores se requiere uranio enriquecido en cierto porcentaje para que se pueda desarrollar la fisión nuclear controlada.

Ahora bien, el uranio enriquecido se envasa en cilindros largos y delgados, en forma de bolitas negras y duras, esto es, dióxido de uranio enriquecido. Los cilindros se insertan en los reactores, en disposiciones cuidadosamente calculadas, sumergidos en agua; en esta forma, producen por medio de la fisión enormes cantidades de calor que crean vapor y accionan las turbinas que producirán energía eléctrica.

Después de meses de inmersión, los tubos pierden potencia; a través de un proceso muy delicado, son retirados y se les transporta a un depósito cercano, un tanque de hormigón lleno de agua fría.

Cuando se sumergen, los tubos de óxido de uranio emiten una luz color, zafiro, que proviene de la descomposición radiactiva de los productos acumulados de la fisión nuclear, algunos de los cuales, como el cesio o el estroncio, continúan siendo letales por decenas de miles de años. Pero el desecho más importante es el "plutonio", que puede ser letal sin ninguna modificación o como elemento explosivo clave de las armas nucleares.

Por otra parte el plutonio puede ser muy útil como combustible reciclado, proceso que no tiene nada de complicado- todo cuanto se hace es desmenuzar el combustible usado, luego retirarlo del tanque de almacenamiento, disolverlo en ácido y luego

El residuo debe ser depositado en lugares aislados y de máxima seguridad para

evitar sus letales radiaciones. El plutonio obtenido puede reciclarse para volver a enriquecerlo y usarlo como combustible, o juntar la cantidad necesaria para la fabricación de armas nucleares.

Se comprende ahora por qué Brasil no turnó el tratado contra la proliferación de armas nucleares.