

Informe sobre las Centrales Nucleares IV y V



Comisión Nacional
de Energía Atómica



Ministerio de Energía y Minería
Presidencia de la Nación

Acuerdo entre Argentina y China para las Centrales Nucleares IV y V

Argentina y China firmaron en mayo de este año un contrato marco para la construcción de las centrales nucleares de potencia 4 y 5 en nuestro país, con una inversión total prevista de U\$S 14.000 millones, de los cuales el país asiático financiará el 85%.

La primera de las centrales comenzará a construirse en enero de 2018 en la localidad bonaerense de Lima, y brindará una potencia de 745 MW (megavatios). El plazo de la obra se estima en 7 años.

La segunda de las centrales se localizará en la provincia de Río Negro, aportará 1.150 MW de potencia eléctrica y también requerirá unos 7 años de obras a partir de 2020.

Nuestro país, a través de la **Comisión Nacional de Energía Atómica** (CNEA) y sus empresas asociadas, tiene casi 70 años de experiencia en actividades nucleares y más de 50 años de trayectoria en la supervisión de la construcción y la operación segura de centrales nucleares.

La CNEA, junto a su socio estratégico INVAP S.E., alcanzó un alto nivel de desarrollo que le permitió al país exportar reactores nucleares de investigación a Perú, Argelia, Egipto y Australia, así como plantas de fabricación de elementos combustibles a Argelia y a Egipto y de producción de radioisótopos a Cuba, Australia y Egipto.

La propietaria y operadora de las nuevas centrales nucleares será **Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima** (NA-SA), la empresa del Estado Nacional que opera las centrales nucleares Atucha I y II en la provincia de Buenos Aires y la central nuclear Embalse en la provincia de Córdoba.

La V central nuclear argentina

El contrato

El 17 de mayo de 2017, Nucleoeléctrica Argentina, empresa del estado argentino que opera las centrales nucleares, suscribió en Beijing, capital de la República Popular China, el Contrato General para la IV y V Centrales Nucleares Argentinas con *China National Nuclear Corporation* y *China Zhongyuan Engineering Corporation*.

Este Contrato General es la primera de las tres partes de las que está compuesto el Contrato EPC (contrato de ingeniería, suministro y construcción) bajo el cual se ejecutarán los proyectos de la IV y la V centrales nucleares. Las partes restantes del contrato son los Términos y Condiciones para la IV Central Nuclear y los Términos y Condiciones para la V Central Nuclear.

El financiamiento otorgado por China para este proyecto debe cumplir con las condiciones de los créditos concesionales establecidas en el decreto 338/2017. En tal sentido, debe contemplar un periodo de gracia (es decir, sin pagos de capital) al menos tan largo como el tiempo de ejecución de la obra (en este caso 8 años) y, posteriormente, un periodo de repago de al menos 10 años. La tasa de interés deberá tener un descuento de, al menos, el 25% con respecto a la tasa de interés de los títulos públicos emitidos por la República Argentina bajo ley de Nueva York. El Ministerio de Finanzas está llevando delante la negociación de este crédito concesional.

Nuevo cálculo de costos

El monto aproximado de inversión se estima en US\$ 6.000 millones de dólares para la cuarta central y US\$ 8.000 millones para la quinta central, de los cuales el 85 % es financiado por el gobierno chino.

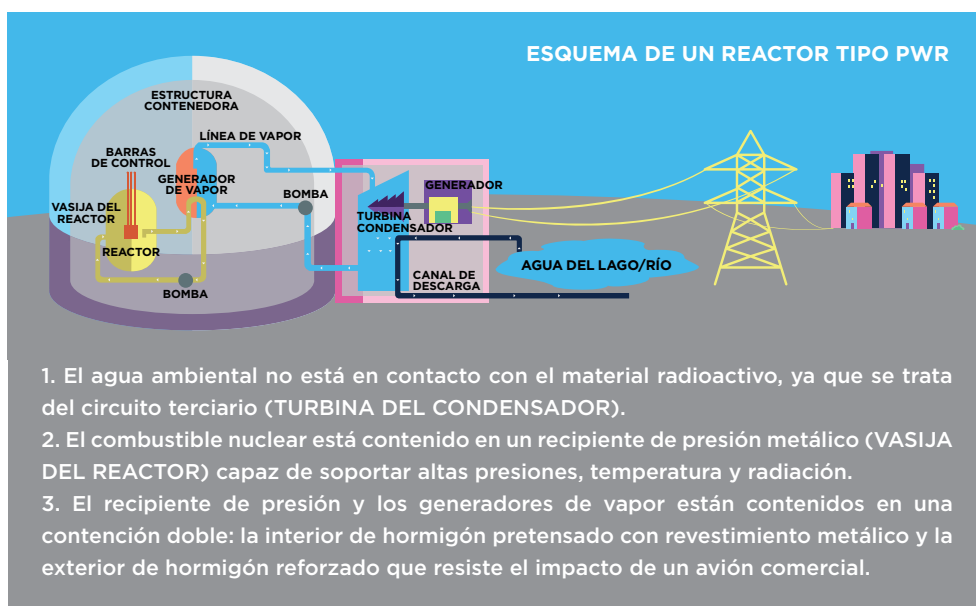
Los costos estarán en el rango de los valores internacionales, reflejando la estructura típica del sector. Es factible comparar el costo de la energía nuclear con las otras fuentes de generación eléctrica. Con leves variaciones de país en país, las organizaciones especializadas en cálculo energético (WNA, IEA y otras) coinciden en que la energía nuclear es competitiva. En todos los casos se observa que la generación por medio de energías renovables es aún más cara que la energía nuclear, incluyendo en esta última los costos del desmantelamiento de las plantas y de la gestión de los residuos. Esta situación no se revertirá en el corto plazo.

Por ello, se puede asegurar que nuestro país, con esta inversión en la energía nucleoelectrónica, está cumpliendo con el objetivo que se ha trazado la actual administración de diversificar su matriz energética, asegurando, al mismo tiempo, cumplir con los objetivos del Acuerdo de París del 2015 para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero por medio de la generación de una energía sustentable, limpia y segura como lo es la nuclear.

Características de la central a instalarse en Río Negro

La quinta central nuclear de potencia de nuestro país será de origen chino, del tipo Hualong Uno / HPR1000, con una vida útil de 60 años. Se llegó a esta decisión luego de un exhaustivo análisis –que tomó varios años– de las tecnologías disponibles. La evaluación de las condiciones técnicas, económicas y financieras dieron por resultado que la tecnología china sea considerada la más apropiada.

La quinta central será una central de última generación, con sistemas de seguridad que combinan los diseños clásicos con sistemas del tipo pasivo, que son los más avanzados actualmente, y que frente a un eventual accidente pueden mantener a la central en estado seguro en forma indefinida sin la necesidad de energía eléctrica. Utilizará tecnología PWR (basada en agua común o liviana desmineralizada presurizada y uranio enriquecido).



Por qué tecnología china

Los diseños de centrales nucleares chinas figuran entre los más modernos de la actualidad. Están basados en tecnología occidental, en particular de Francia y EE.UU., a los que se les han agregado mejoras aprovechando las nuevas tecnologías disponibles en el siglo XXI.

China es el líder actual en tecnología nuclear y el país que más centrales ha construido en la última década, además de ser el que mayor número de centrales tiene planeadas. Hoy operan en China 37 centrales nucleares y para 2030 operarán 110. En la actualidad está construyendo 20 centrales nucleares y en los próximos 12 años tiene previsto construir más de 70.

Por otra parte, China ha demostrado su capacidad como constructor de centrales nucleares de última generación terminando los proyectos dentro del plazo y los costos previstos.

La elección de Río Negro

Río Negro es la cuna de la actividad nuclear en el país y, a su vez, su territorio presenta características propicias para la instalación de una central, establecidas y acordadas a nivel internacional. Desde los

años '50 del siglo pasado, en su territorio se encuentran emplazados el **Instituto Balseiro** y el **Centro Atómico Bariloche** y en la década del '70 comenzó a funcionar **INVAP**.

En el Centro Atómico Bariloche se construyó el reactor nuclear de investigación y docencia RA-6, que funciona como laboratorio fundamental de la carrera de Ingeniería Nuclear del Instituto Balseiro. En este reactor se han verificado todas las innovaciones tecnológicas que fueron incorporadas a los reactores nucleares de investigación que exportó nuestro país.

En Río Negro también se desarrolló la tecnología de enriquecimiento de uranio en las instalaciones del **Complejo Tecnológico Pilcaniyeu**.

La ubicación de la Central

Todavía no está definido el sitio de ubicación de la central. Se están realizando estudios de preselección para un conjunto de lugares. La selección final requiere de un proceso de análisis para verificar que se cumplan con los requerimientos establecidos por la normativa de la actividad nuclear y los estándares internacionales.

La instalación de una central nuclear de potencia requiere de un sitio que reúna una serie de características favorables. La provincia de Río Negro tiene lugares en una porción de su territorio que cumplen con los requerimientos impuestos por el **Organismo Internacional de Energía Atómica** (OIEA) para la instalación de una central nuclear.

Estas características incluyen estudios sobre:

- Comportamiento sísmico
- Actividad volcánica
- Características del suelo
- Disponibilidad de agua
- Distancia a centros densamente poblados
- Presencia de áreas protegidas
- Distancia a aeropuertos
- Distancia a otras instalaciones industriales
- Uso de la tierra actual y proyectado

El proceso de selección y caracterización converge en una evaluación de impacto ambiental, requerido por la legislación provincial, así como en un estudio detallado y profundo de caracterización, exigido tanto por las leyes ambientales como por la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN), la agencia del estado argentino encargada de regular toda actividad nuclear en el país. La ley ambiental también prevé la realización de audiencias públicas con la participación de todos los grupos de interés.

Control de la construcción y la actividad de la V Central

El proceso de diseño y construcción de cualquier instalación nuclear involucra la evaluación del diseño por parte de la **Autoridad Regulatoria Nuclear** (ARN), que deberá estudiar el diseño de la central antes de emitir el permiso de construcción, certificando que el diseño cumple con las normas de seguridad correspondientes.

Luego de construida la central sólo podrá operarse una vez que la ARN le otorgue el permiso de operación, lo que se hará efectivo una vez que haya verificado que la central ha sido construida de acuerdo a las normas propuestas en el diseño.

Al respecto existe normativa nacional que regula esta actividad y que está en consonancia con las recomendaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica, que desarrolla los estándares y guías de procedimientos utilizados en todo el mundo para la actividad nuclear.

El dueño y operador de la central nuclear será la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A., que tendrá la responsabilidad de supervisar las tareas del contratista, la empresa china que vende la central.

Impacto ambiental de la instalación de la central

La regulación ambiental provincial requiere que se realice una evaluación de impacto ambiental para el proyecto de la V Central, por lo que la información sobre los impactos ambientales estará disponible para el público.

El impacto ambiental de una central nuclear es extremadamente bajo,

como lo muestra la experiencia operativa de más de cuarenta años en los sitios de Atucha y Embalse.

El material radioactivo vinculado a la nueva central estará contenido, estableciéndose múltiples barreras para la protección del medio ambiente. En operación normal el impacto de la radiación en el público (medido en dosis, cuya unidad es el Sievert - Sv) es como máximo de 250 microSv por año. Vale la pena comparar esta dosis con otras dosis radioactivas:

- Es diez veces menor que la dosis anual natural de radiación que recibimos todos, ya que la tierra es radioactiva, la comida tiene radiación y hasta las personas emitimos radiación.
- Es más de diez veces menor que la dosis que se recibe con una mamografía.
- Es veinte veces menor que la dosis típica recibida por una tomografía computada: una tomografía equivale a la dosis máxima que recibiría el poblador más cercano a una central nuclear durante veinte años.
- Es parecida a la dosis anual que recibe un viajero frecuente de avión y mucho más baja que la dosis que reciben las tripulaciones aéreas.

Combustibles gastados de la central

En la V Central se prevé espacio para el almacenamiento de todos los combustibles gastados que se utilicen en el reactor durante la vida útil de la planta. Esto ya se hace en Atucha I y II y en Embalse. Inicialmente los combustibles se almacenan en piletas y una vez que se enfrían pueden ser almacenados en contenedores especiales en espacios abiertos.

Dada la gran densidad energética del uranio, la cantidad de los combustibles gastados que se generan en la industria nuclear es muy limitada.

Beneficios para Río Negro

La V Central implicará una inversión en la provincia de US\$ 8.000 millones. Durante la construcción se generarán más de 4.000 puestos de trabajo directos y luego, durante la operación, la central deberá contar por 60 años con un plantel de operación de más de 800 personas.

La central también requerirá durante la construcción y la operación de servicios locales, algunos de ellos de alta calificación, por lo que además de los empleos directos se generará una importante cantidad de empleos indirectos. Esto significa crear en la provincia un nuevo polo de desarrollo, no muy distinto en magnitud a lo que significa el conglomerado Centro Atómico Bariloche / INVAP.

Beneficios para el país

Toda industria moderna necesita energía eléctrica para funcionar. La electricidad es, entonces, la materia prima de la materia prima. Así, proveer de electricidad es un requisito previo al desarrollo económico y a la mejora social.

Nuestro país tiene un déficit energético. La V central nuclear incorporará más de 1.100 MW eléctricos a la red de distribución, con lo que se convertirá en una ayuda significativa para la matriz energética nacional a largo plazo.

Por otro lado, en la actualidad la principal fuente de generación de energía eléctrica en Argentina es la quema de hidrocarburos: aproximadamente dos tercios del total, con la consiguiente producción de Gases de Efecto Invernadero. La principal amenaza ambiental que sufre la humanidad es el cambio climático global, causada precisamente por las emisiones de estos gases. Es imprescindible, entonces, reemplazar la generación de electricidad a partir de hidrocarburos por otras fuentes de generación limpias.

No hay una única fuente que pueda cubrir la demanda, ni sería conveniente desde el punto de vista de la seguridad del suministro confiar toda la generación a un único tipo de fuente. Por eso se requiere fomentar la instalación de todas las fuentes energéticas que no emiten gases de efecto invernadero como la eólica, la solar, la biomasa, la hidráulica y la nuclear.

El rol de CNEA

La CNEA ha colaborado con INVAP durante 2017 para la identificación

de sitios potenciales para el emplazamiento de una central nuclear en Río Negro. Esta tarea se ha realizado con la asistencia de expertos internacionales en el tema.

En el futuro, y dada su extensa trayectoria y sus múltiples capacidades, la CNEA colaborará en las tareas técnicas y de gestión que requiera el proyecto para su radicación, construcción y funcionamiento.

La opción por la energía nuclear para diversificar la matriz energética

Energía limpia y segura

Cada fuente de energía eléctrica tiene ventajas. En el caso de la energía nuclear, esas ventajas son la operación limpia y respetuosa del medio ambiente, la accesibilidad técnica, la seguridad en toda su cadena de suministro y la fiabilidad a tiempo completo.

- **LIMPIA:** los combustibles fósiles liberan contaminantes y dióxido de carbono que contribuyen al cambio climático; la producción de electricidad en los reactores nucleares no genera emisión alguna. Cuando se toma en cuenta todo el ciclo de vida de la generación de energía, la energía nuclear es una de las formas más limpias, sólo por detrás de la energía hidroeléctrica y eólica.
- **ASEQUIBLE:** debido a que la mayor parte del costo de la energía nuclear se deriva de la construcción de las instalaciones, la fijación de precios es a la vez estable y predecible. El combustible de las centrales y los costos de operación de la energía nuclear son muy bajos.
- **SEGURA:** no hay nada más importante que la seguridad en la industria nuclear: es más importante que el costo, la fiabilidad o cualquier otro tema operativo. En las instalaciones de las centrales nucleares argentinas no ha habido una sola muerte por exposición a la radiación como consecuencia de fallas constructivas u operativas desde que comenzó a operar Atucha I (1974).
- **CONFIABLE:** a diferencia de la mayoría de otras formas de generación de electricidad, las centrales nucleares están diseñadas para funcionar de forma continua, lo que asegura una fuente de carga base confiable de electricidad en todo momento. Debido a que el uranio que alimenta los reactores nucleares es un recurso

abundante en el mercado mundial, la energía nuclear es confiable frente a los ciclos económicos y situaciones geopolíticas particulares.

El mundo adopta matrices energéticas diversificadas

La realidad muestra que los países con mayor nivel de desarrollo adoptan un mix de generación energética basado en el estudio y la conveniencia nacional, pero nunca en el prejuicio. En este sentido, las energías renovables y, en particular la solar y la eólica, en su estado actual de desarrollo, no son sustitutivas de las fuentes de producción energética a gran escala –entre las que se encuentra la energía nuclear– sino que son suplementarias para pequeñas escalas de consumo por su misma índole y variabilidad. Por el momento, las energías renovables no permiten sostener el desarrollo industrial de un país como Argentina, aporte que sí realizan actualmente los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas), la hidroelectricidad y la energía nuclear.

Parques eólicos o solares vs. centrales nucleares

Si bien se puede hacer el ejercicio aritmético de calcular cuántos generadores eólicos o solares se necesitan para reemplazar una central nuclear de 1.000 MW eléctricos como tendrá la V Central, la comparación no es directa. Una central nuclear produce energía eléctrica llamada “de base”, esto es, entrega a la red siempre el mismo nivel de potencia independiente de las condiciones del entorno.

Un conjunto de generadores eólicos solamente produce cuando hay viento, y si en ese momento no hay demanda, el exceso de energía no se puede almacenar. Y lo mismo vale para la energía solar. Para almacenar la energía de los generadores eólicos o solares debería usarse una gran cantidad de baterías que tienen una vida útil relativamente corta en años y que luego deben ser correctamente dispuestas por los elementos químicos que contienen.

Esto no quiere decir que la energía eólica o la solar no sean buenas o necesarias. De hecho, nuestro país apunta a diversificar su matriz energética con el aporte de las energías de base, como la hidroeléctrica y la nuclear, complementadas con las energías eólica y solar, en consonancia

con las recomendaciones de las Naciones Unidas. Así, paralelamente a la planificación de la V Central Nuclear se está trabajando en el desarrollo de nuevos parques eólicos en Río Negro, sitio elegido para el emplazamiento de la mencionada central.

Aporte de la IV y V centrales nucleares a la matriz energética nacional

La generación nucleoelectrica representa hoy alrededor del 5% de la generación total de electricidad en Argentina. La construcción de las centrales 4 y 5 llevará ese porcentaje a un valor más aproximado al promedio mundial, que es del 10%.

La energía nuclear en continuo avance

Todos los indicadores disponibles a nivel internacional muestran que la energía nuclear se encuentra en una etapa de franco crecimiento.

El *World Nuclear Performance Report 2017*, publicado por la World Nuclear Association (WNA) -entidad que agrupa a toda la industria nuclear a nivel mundial- indica que más de 9 GWe de nueva capacidad nuclear se pusieron en línea en 2016, resultando el aumento anual más grande de generación eléctrica del sector nuclear de los últimos 25 años.

A su vez, destaca que a finales de 2016 había 448 reactores en todo el mundo, frente a los 441 de un año antes. Diez reactores comenzaron a suministrar electricidad y tres fueron cerrados. La cantidad de electricidad suministrada por la energía nuclear global aumentó en 35 TWh, llegando el total de la misma a 2.476 TWh (+1,5%), marcando el cuarto año consecutivo de crecimiento. Este aumento es el resultado tanto de la generación adicional de nuevos reactores que están en línea como de mejoras continuas en el rendimiento de la flota existente.

El informe también señala que el número de reactores que se están construyendo sigue siendo alto: 61 a finales de 2016, tres de las cuales se iniciaron el año pasado.

Una larga historia de desarrollo científico y tecnológico

En Argentina la actividad del sector nuclear tiene una gestión de más de 60 años que nació con la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica en 1950, con una inusual continuidad entre los sucesivos gobiernos. Esto ha permitido posicionar a nuestro país y a sus profesionales del sector nuclear en los más altos niveles de calidad mundial.

Argentina es desde hace décadas un desarrollador ampliamente reconocido de tecnología nuclear para usos pacíficos, incluyendo reactores, enriquecimiento de uranio y reprocesamiento de combustibles irradiados, siendo un exportador de tecnología en paridad con las potencias mundiales.

Además, la actividad nuclear ha sido desde siempre un polo de desarrollo industrial nacional, ya que los proyectos nucleares funcionaron como incubadoras de muchas empresas argentinas públicas y privadas, que luego se diversificaron a muchos otros rubros, tal el caso de INVAP.

Centrales nucleares de potencia

Una central nuclear de potencia es una instalación industrial que brinda energía eléctrica a través de la transformación de la energía almacenada en el núcleo del átomo de Uranio 235 y que es liberada mediante la fisión del núcleo.

Un reactor nuclear de potencia es el corazón de toda central nuclear. Básicamente es una caldera que en lugar de calentar agua mediante el quemado de un combustible fósil (carbón mineral, fuel oil, gas natural), lo hace por la fisión del uranio. El agua calentada por la fisión (circuito primario del reactor) a su vez calienta agua de otro circuito cerrado (circuito secundario) que genera vapor. Este vapor mueve una turbina que, a su vez, mueve un generador de electricidad. El vapor es condensado por agua de refrigeración (circuito terciario). Este tercer circuito es el único circuito en contacto con el medio ambiente y solo cumple el rol de refrigeración, sin entrar en contacto con material radioactivo. No hay entonces consumo de agua, ya que el circuito terciario toma agua del mar o de un río y se devuelve al mismo, sin ningún tipo de contaminación.

Quién construye una central nuclear

Solo cinco países tienen hoy en día la capacidad de diseño y construcción de centrales nucleares de potencia como la IV y V: Estados Unidos, Francia, Rusia, Corea y China. Nuestro país no posee esa capacidad y desarrollarla llevaría muchos años.

Argentina sí posee la capacidad para diseñar centrales nucleares de baja potencia, tipo CAREM. El desarrollo de esta línea tecnológica puede llevar eventualmente a una capacidad propia de diseño de centrales nucleares de gran potencia, pero esta posibilidad está contemplada en el largo plazo.

Nuestro país también posee la capacidad de diseñar y construir reactores de investigación, ámbito en el que es uno de los líderes tecnológicos mundiales. Los reactores de investigación funcionan por el mismo principio que los reactores de potencia: ambos aprovechan la fisión del uranio (produce calor y neutrones), pero en tanto los reactores de potencia aprovechan el calor para generar electricidad, los reactores de investigación aprovechan los neutrones para mantener la fisión y para usos en distintas disciplinas de la ciencia y la tecnología. Una de las aplicaciones más conocidas es la medicinal: en los reactores de investigación se producen compuestos llamados radioisótopos, ampliamente utilizados para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades complejas, como el cáncer. Los neutrones también pueden usarse para “ver” adentro de algunos materiales y sacar información útil para distintas áreas del conocimiento, como la biología y la ciencia de materiales.

Si bien el principio de funcionamiento es el mismo, los reactores de investigación son diferentes de los reactores de potencia. La tabla siguiente resume estas diferencias.

REACTOR DE INVESTIGACIÓN	REACTOR DE POTENCIA
Dentro de un recipiente abierto	Dentro de un recipiente cerrado
Trabaja a presión atmosférica	Trabaja a alta presión
Se aprovechan los neutrones	Se aprovecha el calor
Potencias entre pocos Watts y decenas de MegaWatts (millón de Watts)	Potencias de miles de MegaWat
Usan poca cantidad de uranio (decenas de elementos combustibles de pocos kg de uranio cada uno)	Usan mayor cantidad de uranio (centenares de elementos combustibles de más de 100 kg. de uranio cada uno)
Se pueden operar intermitentemente	Se operan de manera continua

La energía nuclear es una fuente de generación segura

Ninguna actividad industrial se encuentra tan estrictamente regulada como la nuclear. Desde sus inicios cuenta con una disciplina técnica denominada “seguridad nuclear” en la cual los especialistas llevan

adelante análisis durante la etapa de diseño para verificar que se cumplen con las condiciones impuestas por la regulación. Uno de los principios de la seguridad nuclear es el de “Defensa en Profundidad”, que establece que debe haber múltiples barreras físicas y funcionales para evitar que fallas múltiples resulten en liberación de material radioactivo al ambiente.

El accidente de Fukushima, el más severo ocurrido en un reactor de diseño occidental, no llevó a ninguna muerte como consecuencia de la radiación. En nuestro país, el manejo de situaciones accidentales deberá cumplir con los estrictos requerimientos de la Autoridad Regulatoria Nuclear.

¿Hay razones para pensar en un accidente como el de Chernobyl hoy?

No. La secuencia de eventos que desembocó en la destrucción del reactor de Chernobyl no es posible en los diseños actuales de centrales nucleares; tampoco en el propuesto para la V Central Nuclear argentina.

La central de Chernobyl, que fue escenario del peor accidente de la industria nuclear en 1986, tenía un diseño conocido como RBMK que fue descartado después del evento y que presentaba una serie de características que lo diferencian de las centrales construidas en Europa, América, Japón y China.

Argentina y su experiencia en la operación de centrales nucleares de potencia

Nuestro país tiene amplia experiencia en la operación de centrales nucleares, siendo el primer país en América Latina en operar una central nuclear: la primera central nuclear argentina, Atucha I, se puso en marcha en 1974. Embalse inició su operación en 1984 y Atucha II en 2015.

Las centrales nucleares argentinas han sido elegidas como las de mejor performance en el mundo en varias oportunidades. Esto solamente es posible con una operación y un mantenimiento ejemplares.

Enlaces de interés

COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

www.cnea.gov.ar

NUCLEOELÉCTRICA ARGENTINA S.A.

www.na-sa.com.ar

INVAP S.E.

www.invap.com.ar

ARN

www.arn.gob.ar

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

www.iaea.org

EMISIONES DE CO₂ DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN TIEMPO REAL

www.electricitymap.org

INFORMACIÓN SOBRE LOS REACTORES DE POTENCIA DEL MUNDO (*Power Reactor Information System*)

www.iaea.org/pris

INFORMACIÓN SOBRE EL ACCIDENTE NUCLEAR DE FUKUSHIMA

www.iaea.org/fukushima

www.unscear.org/fukushima.html

INFORMACIÓN SOBRE EL ACCIDENTE NUCLEAR DE CHERNOBYL

www.iaea.org/chernobyl

www.unscear.org/chernobyl.html