

Seguridad del suministro del uranio como combustible nuclear

L. Guzmán Gómez-Sellés

Si hablamos de la Sostenibilidad refiriéndonos al combustible nuclear, la primera duda que surge es si está garantizado el suministro de uranio para un período de tiempo suficiente. En este artículo se analizan los últimos datos de Reservas publicados en el “Libro Rojo” de la OCDE y la IAEA y se muestra cómo el concepto de Reservas va íntimamente ligado al precio del uranio. Así mismo se llega a la conclusión de que la Seguridad del Suministro del uranio está garantizada para al menos los próximos 100 años. Finalmente se comenta la existencia de otras fuentes de combustible nuclear como puede ser el uranio procedente de los fosfatos o el torio.

When we talk about Sustainability related to nuclear fuel, the first concern that comes to our mind is about the possibility of having guarantees on the uranium supply for a sufficient period of time. In this paper we are going to analyze the last Reserves data published by the OCDE's Red Book and also how the Reserve concept is fully linked to the uranium price. Additionally, it is demonstrated how the uranium Security of Supply is guaranteed for, at least, the next 100 years. Finally, some comments are made regarding other sources of nuclear fuel as it is the uranium coming from the phosphates or the thorium.*



LOURDES GUZMÁN GÓMEZ-SELLES

es licenciada en Ciencias Físicas por la Universidad Autónoma de Madrid y Plan de Desarrollo Directivo por la Escuela de Organización Industrial. Incorporada a Enusa en 1995 en el Departamento de Ingeniería del Núcleo como Responsable de Diseño Nuclear de Reactores BWR para pasar en 2006 a la Dirección de Aprovisionamiento de Uranio, siendo actualmente Responsable de la Gestión de Aprovisionamiento de Uranio Natural.

INTRODUCCIÓN

Este artículo revisa la situación del suministro de uranio como combustible nuclear tratando de dar respuesta a la inquietud creciente respecto a la seguridad del suministro que se plantea como consecuencia de la mayor demanda debida a lo que se ha dado en llamar el “rencimiento nuclear” y el efecto que éste puede tener sobre la sostenibilidad. Se repasa la situación de las reservas conocidas, su relación con el precio así como las expectativas de nueva producción. Finalmente se analiza la situación de la seguridad del suministro de uranio en España,

explicando las medidas que se toman a este respecto tanto desde la Administración como de las empresas eléctricas propietarias de los reactores nucleares.

LAS RESERVAS DE URANIO Y LA SEGURIDAD DEL SUMINISTRO

En años pasados ha habido una opinión generalizada de que el mundo está en peligro de agotar muchas de sus reservas minerales. Esta afirmación es fácilmente aceptada si no se tiene en cuenta el tamaño de la corteza terrestre, de la cual sólo se ha explotado una pequeña parte y la capacidad increíble de la mente humana para mejorar los procesos tecnológicos que favorecen el poder ampliar el campo de exploración. Tal afirmación, además, no tiene ningún soporte empírico si observamos la evolución de los precios y las reservas en años pasados.

En el caso del uranio las reservas no sólo no han disminuido debido al consumo de los reactores nucleares sino que, aunque fluctuando en clara correlación con los precios, han tenido una tendencia al alza. La dinámica de la oferta y la demanda produce señales en los precios que, cuando suben, ponen inevitablemente en marcha los tres factores de la expansión de las reservas futuras:

- Mejoras en el conocimiento de la Tierra y en la capacidad para descubrir nuevos yacimientos.
- Mejoras en la tecnología minera que permiten explotar yacimientos más inaccesibles pero también obtener mejores rendimientos en los ya existentes.
- Mejoras en la economía y uso de los minerales.

Los datos históricos en el caso del uranio muestran que esto ha ocurrido recurrentemente así en el pasado y

*Red Book: “Uranium 2009: Resources, Production and Demand”. Publicación bianual conjunta sobre Reservas de la Nuclear Energy Agency de la OCDE y del OIEA.

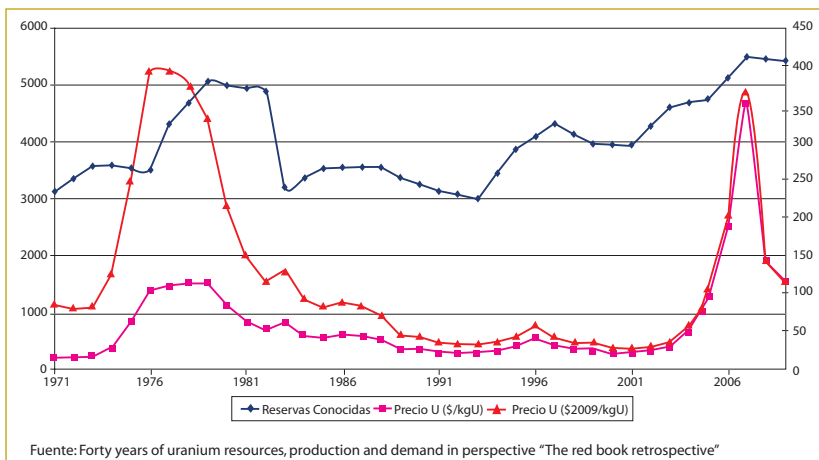


Figura 1. Evolución de las reservas conocidas en función del precio del U.

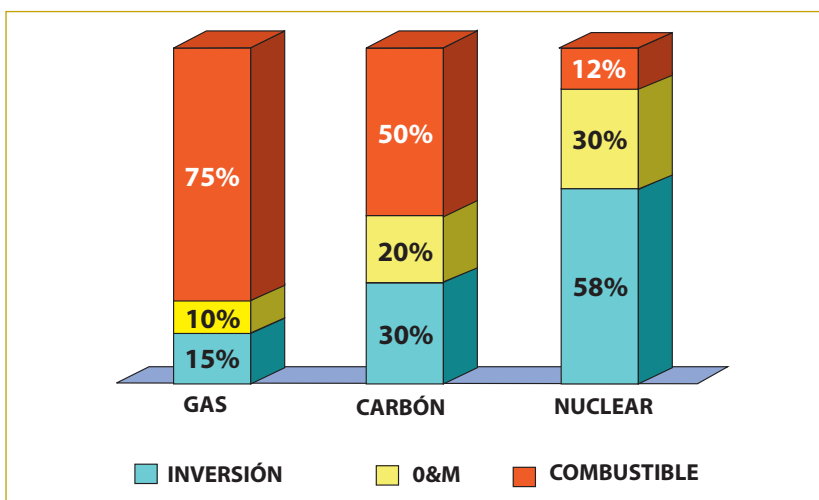


Figura 2. Costes de generación eléctrica.

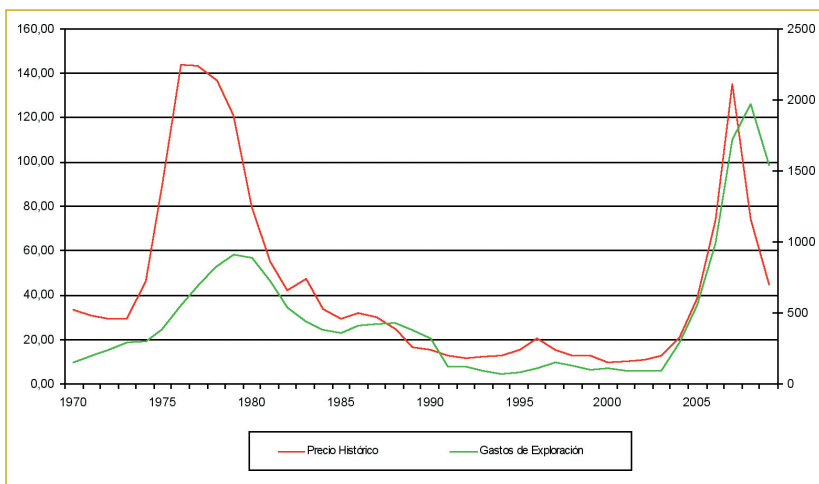


Figura 3. Gastos de exploración comparada con el precio del uranio.

continúa ocurriendo. Esta situación no es única del Uranio ya que se produce también con la mayoría de los minerales.

El mercado del uranio no se diferencia del de otros metales en el hecho de estar sujeto a ciclos de exploración, descubrimiento y produc-

ción. Como se puede ver en la figura 1, el uranio ha experimentado hasta el momento un solo ciclo. A partir del precio máximo alcanzado a final de los años 70 se produjo una explosión significativa de la exploración y este único ciclo ofreció considerable garantía para cubrir las necesidades de

los reactores durante los últimos 30 años y, además, nos ha legado unas reservas de 5,4 millones de toneladas explotables a los precios actuales y que son suficientes para alimentar el parque actual durante al menos otros 100 años.

Las reservas de uranio conocidas en la actualidad dependen de los costes de producción y de los precios de venta que son los que modulan la intensidad del esfuerzo explorador: a mayor precio, mayores reservas y viceversa. Así, en la actualidad ni las montañas de granito ni el agua de mar (con contenido en uranio) son fuentes de extracción de uranio, pero podrían convertirse en reservas o fuentes rentables si los precios fueran lo suficiente elevados.

De acuerdo con la última edición del Red Book de las reservas de uranio conocidas explotables a un coste inferior a los 130\$/kg (5,4 millones de toneladas), el 26 % se encuentran en Australia, el 13 % en Kazajistán, el 16 % en Norteamérica (la mayoría en Canadá) y el 10 % en Rusia. En Europa, solamente están localizadas el 1,2 % de las reservas totales mundiales.

Según el mencionado Red Book las necesidades anuales de combustible en el mundo son actualmente de 61.710 tU. A un precio muy similar al que se tuvo en 2010, se tendrían cubiertas las necesidades del parque nuclear actual para los próximos 102 años. Así mismo las estimaciones de todas las reservas esperadas incluyendo aquellas no suficientemente cuantificadas o no económicas en este momento, suman del orden de 10 millones de tU adicionales lo que representarían unos 200 años más de suministro al ritmo actual de consumo. Estas reservas no incluyen las 22 millones de toneladas de uranio que podrían obtenerse como subproducto de la explotación de los depósitos de fosfatos, ni tampoco los 4.000 millones de toneladas de uranio contenidas en el mar.

Debido a la escalada de precios del uranio generada en los últimos años, se ha incrementado significativamente la exploración. En general ha sido en torno a los mismos yacimientos descubiertos en los años 70, generando reservas para 30 años más.

EL EFECTO DEL PRECIO DEL URANIO EN LA SEGURIDAD DEL SUMINISTRO

Si se comparan los costes de la generación eléctrica nuclear con los del gas o el carbón, según la figura 2, se

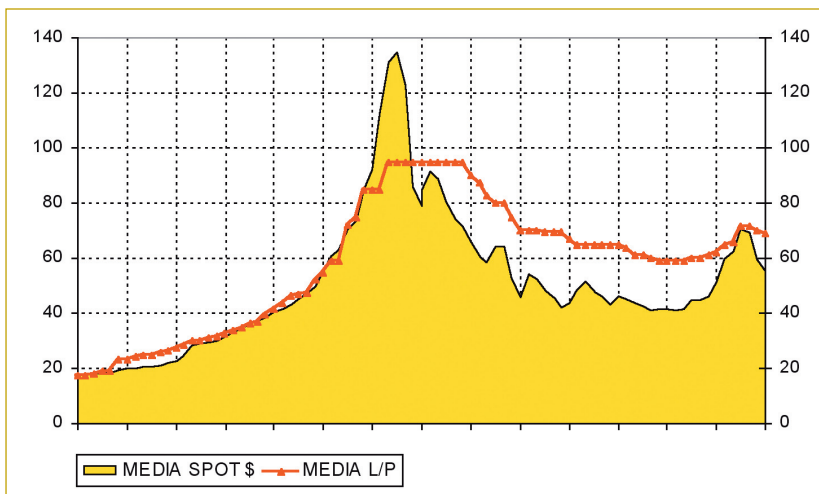


Figura 4. Evolución del Precio del Uranio en los últimos 7 años.

puede observar que, en el nuclear, el coste del combustible supone únicamente el 12 % del total. Esto quiere decir que si el precio de la materia prima (el uranio) se duplicara, el coste de la generación apenas se vería afectado, no ocurriendo lo mismo con el gas o el carbón. Por lo tanto, el combustible nuclear garantiza un coste de generación estable y predecible.

Además, el precio del U tiene todavía bastante margen de incremento sin que su efecto sea dramático en los costes de generación eléctrica por lo que, si fuera necesario, podría producir el efecto de incentivar las inversiones en exploración. Este hecho se ha venido comprobando a lo largo de la historia siempre que ha habido subidas de precio. La figura 3 muestra esta correlación.

El precio actual del uranio, ha disminuido desde el máximo histórico registrado en el año 2007, sobre todo tras el accidente de Fukushima Dai-chii y la incertidumbre generada en la industria nuclear. Así, el precio del uranio se mantiene en el entorno de los 55 \$/lb, como se puede apreciar en la figura 4.

No obstante, este es un precio suficiente para las minas en operación si se compara con el coste estimado según se presenta en la figura 5. Si la demanda subiera, siendo necesaria una mayor producción de uranio, el mercado se auto-regularía subiendo el precio del uranio para así ofrecer un incentivo suficiente para traer al mercado nueva exploración y producción, si bien esto no parece probable ni necesario en el corto y medio plazo.

Aunque los datos representados son del año 2009 (últimos datos disponibles), se puede comprobar cómo la producción con costes por debajo del precio de mercado cubría sobradamente el consumo anual de aquel año, incluso sin tener en cuenta las fuentes secundarias que en aquel momento suponían del orden del 30 % del consumo real.

Así mismo, en la figura 5 también se puede ver que la demanda prevista por la *World Nuclear Association* (WNA) para el año 2015, que supone un incremento en el consumo del orden del 15 %, estaría todavía cubierta por la producción actual sin ser necesaria nueva producción y sin tener en cuenta a las fuentes secundarias.

EQUILIBRIO OFERTA-DEMANDA

También la WNA ha realizado un análisis a futuro de la producción planeada comparándola con la demanda esperada. Como se puede ver en la figura 6, los proyectos que ya están en producción junto con los que están en desarrollo así como los que están planeados son suficientes para cubrir las necesidades hasta el año 2020 en los escenarios de referencia de la demanda, el más realista y más probable. Si tomamos en consideración los proyectos todavía en fase de análisis comercial y proceso de licencias, que son las denominadas *Prospective*, las necesidades estarían cubiertas en el caso de referencia incluso hasta el año 2030.

Sin embargo, los sucesos de Japón están teniendo como consecuencia una reducción en la demanda y

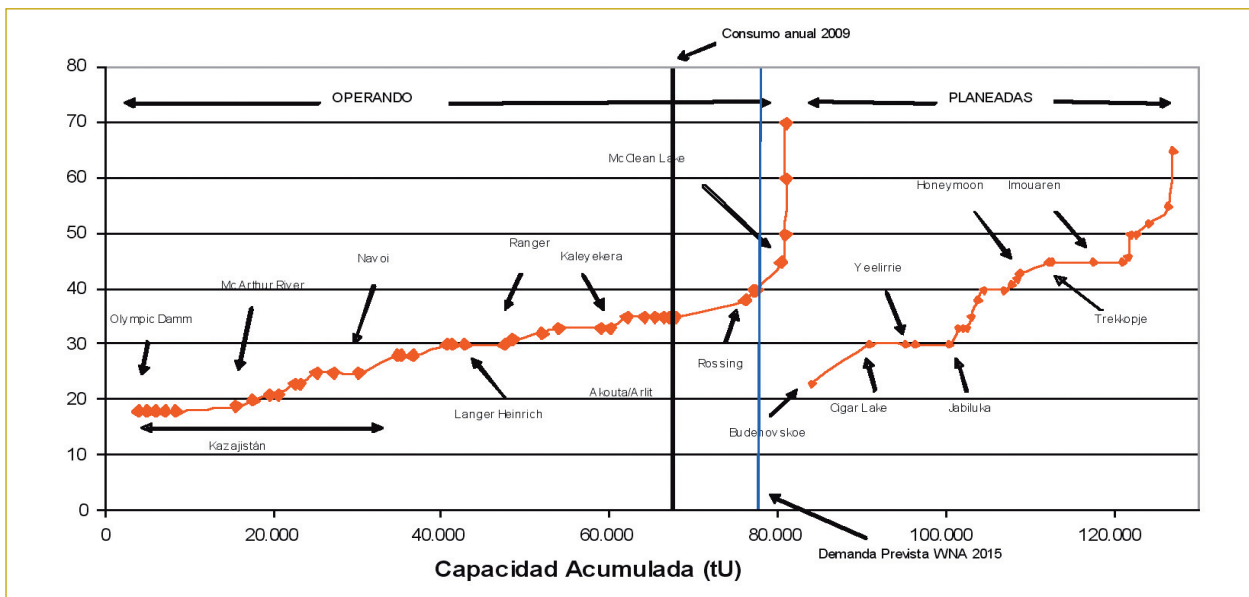


Figura 5. Capacidad de Producción Acumulada en función del Coste. Ux Suppliers Annual 2009

estos proyectos se enfrentan ahora a una dificultad que es la financiación. Tras el accidente en Japón los inversores financieros se están retirando del mercado del uranio y pasará algún tiempo antes de que recuperen la confianza suficiente para volver a invertir en estos proyectos, muy intensivos en capital. Sobre todo aquellos proyectos más pequeños y de costes más altos pueden enfrentarse a dificultades financieras.

OTRAS FUENTES DE COMBUSTIBLE NUCLEAR

Otras fuentes importantes de combustible nuclear son los stocks de cabezas nucleares almacenados en el mundo (HEU). Desde 1987 los Estados Unidos y los países que formaban la antigua Unión Soviética han firmado una serie de acuerdos de desarme que reducen un 80 % los arsenales nucleares de dichos países. Dichas armas tienen un uranio enriquecido superior al 90 % en U-235 y, por tanto, son una fuente extraordinaria de combustible. Desde el año 2000 se han diluido unas 375 toneladas de uranio militar altamente enriquecido (15.000 cabezas nucleares) y se ha fabricado combustible con ellas, evitando el uso de unas 9.000 toneladas de uranio por año, lo que representa un 13 % de las necesidades de los reactores a escala mundial. Si bien este acuerdo finaliza en el año 2013 no se descarta que puedan seguir diluyéndose algunas cantidades, aunque ya no con el mismo volumen ni dentro del mismo acuerdo.

En la actualidad el uranio es el único combustible extraído de la tierra que se usa en los reactores nucleares. Sin embargo el torio puede ser también utilizado como combustible en los reactores CANDU (de agua pesada) o en reactores diseñados para este fin. El torio es tres veces más abundante que el uranio en la corteza terrestre si bien su uso presenta ciertas dificultades técnicas sobre las que se está investigando todavía.

En relación con la disponibilidad de combustible nuclear hay que tener también en cuenta que si se llegara al uso generalizado de los reactores rápidos reproductores se multiplicaría por 60 la utilización del uranio respecto a la utilización que se hace con la tecnología actual.

El MOX, abreviatura de *Mixed Oxide* (Mezcla de Óxidos) es un tipo de combustible utilizado en los reactores nucleares de fisión compuesto por una mezcla de uranio natural, y de plutonio. La proporción de pluto-

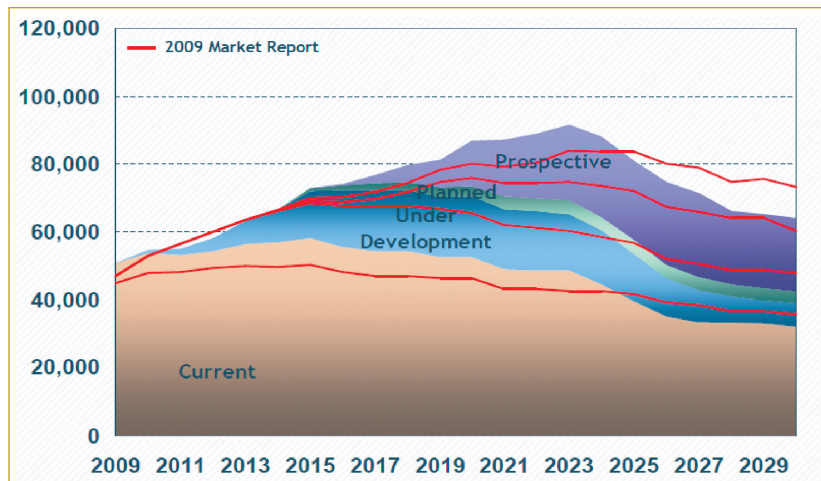


Figura 6. Previsión Producción de Uranio. World Nuclear Association.

nio en este combustible varía entre un 3 % y un 10 %. Este combustible se comporta de una forma similar a la del uranio enriquecido para el que se diseñaron la mayoría de los reactores nucleares de agua ligera (LWR) y, por tanto, se puede utilizar en ellos. Uno de los atractivos del MOX es que puede utilizarse también para eliminar parte del plutonio de grado militar, eliminando un problema de almacenamiento y contribuyendo a la no proliferación.

Sin embargo, tras el accidente en Fukushima Daichii es posible que se revisen las condiciones de utilización del combustible MOX en los reactores de uso comercial.

LA SEGURIDAD DEL SUMINISTRO EN ESPAÑA

En el caso concreto de España, el Real Decreto 1464/1999 obliga a las empresas eléctricas propietarias de los reactores nucleares a constituir y mantener un stock de reserva de uranio enriquecido en forma de UO_2 en cantidad equivalente a dos recargas de dieciocho meses. Además, deben tener acordados contratos para el suministro por, al menos, cinco años y el combustible debe estar fabricado en la central con dos meses de adelanto.

Sensibles a la importancia de la seguridad del suministro, a su vez las empresas eléctricas han tomado diversas decisiones estratégicas con el fin de reforzar su posición, además de lo contemplado por el Real Decreto. Así, mantienen un stock de seguridad adicional de uranio natural en función de las condiciones del mercado. Adicionalmente, Enusa Industrias Avanzadas, S.A., como gestor de compras de uranio enriquecido para los reactores españoles lleva a cabo una política de compras basada en la

máxima diversificación en cuanto a suministradores, zonas geográficas, componentes, divisas, precios, etc.

Finalmente, conviene recordar que la tecnología nuclear tiene una seguridad de suministro intrínseca a su funcionamiento. Así como en otro tipo de centrales productoras de energía el suministro de combustible debe ser constante (por ejemplo, el gas o el petróleo) en el caso de una central nuclear el combustible se recarga periódicamente, oscilando entre los 12 y los 24 meses. Este es un periodo de tiempo durante el cual el reactor continúa funcionando sin necesidad de nuevas recargas y da un margen de tiempo para afrontar cualquier incidencia en la cadena de suministro que pudiera presentarse de forma inesperada.

CONCLUSIÓN

A pesar de que la demanda de uranio pueda aumentar en las próximas décadas debido al llamado “renacimiento nuclear”, no se espera que haya que hacer frente a una futura escasez de uranio. Las reservas conocidas han aumentado en los últimos años gracias a la reactivación del mercado del uranio y la subida de los precios lo que ha favorecido nuevas inversiones en exploración y en producción.

Además, existen otras fuentes alternativas de combustible nuclear que comenzarán a ser rentables si el precio del uranio alcanza los niveles requeridos.

En el caso de España, tanto la Administración como las empresas eléctricas propietarias de los reactores son sensibles a la seguridad del suministro y adoptan las medidas necesarias para garantizar el suministro a los reactores españoles. ■