



Cartografía política gubernamental sobre la energía nuclear en el mundo

(Traductora) **Fabiola Ortúzar**

Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

fortuzar@oncti.gob.ve

<https://orcid.org/0000-0002-1988-5385>

Venezuela

Fecha de traducción: 12/ 12/ 2023

El *Project Shift*¹ ha venido trabajando conjuntamente con científicos de muchas regiones del mundo a favor de una economía libre de restricciones de carbono. Esta asociación guiada por la exigencia del rigor científico tiene como principal objetivo iluminar e influir en el debate sobre la transición energética de los países. La meta es el fin de un modelo que desde hace dos siglos en el uso creciente de recursos históricamente considerados infinitos (que se encuentran en los fundamentos de la economía clásica) en nuestra economía, en la actualidad chocan repetidamente con los límites físicos del planeta. Hasta ahora, nos hemos beneficiado de una energía –principalmente carbono– cada vez más abundante y cada vez menos costosa en términos reales, lo que ha permitido una productividad cada vez mayor del trabajo humano.

Durante la mesa redonda en el Foro Económico de la Sorbona el 7 de febrero del 2022, la especialista en economía y miembro del Alto Consejo para el Clima Dra. Katheline Schubert, junto con un

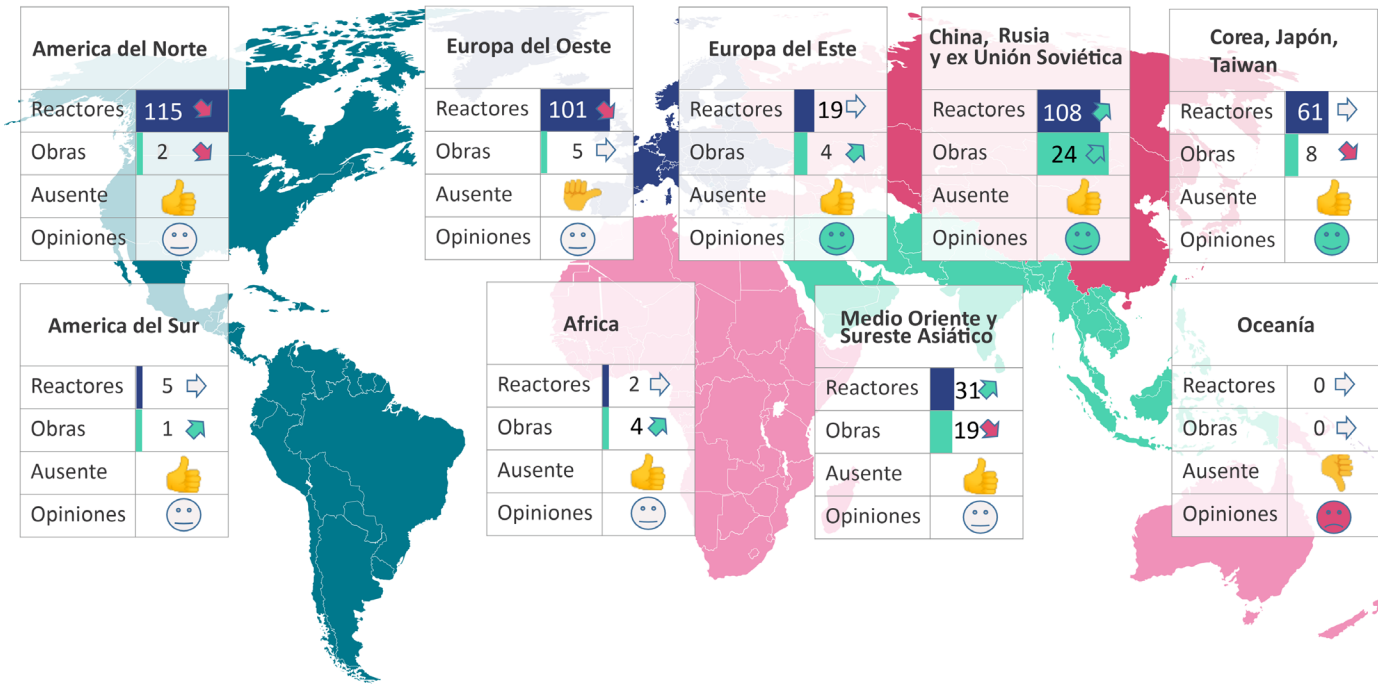
grupo de investigadores miembros de la asociación *The Shifters*, presentaron el mapa político global de la energía nuclear civil, donde se aprecia el balance de la situación y las perspectivas de la producción de electricidad nuclear, en particular a través del prisma de la posición de la opinión pública y Gobierno. Esta visión general resumida en los gráficos arroja información sobre lo que conduce –o no– al desarrollo de la energía nuclear. ¿Cuáles son las políticas nucleares civiles en todo el mundo?

Cambio de la política nuclear

Los cambios en la opinión pública influyeron en la política nuclear de los países altamente productores de energía nuclear. La Figura N° 1 nos muestra cómo a nivel mundial las opiniones tuvieron diferentes matices según los intereses de la sociedad en cada continente y a su vez se muestra la leyenda que permite apoyar el significado de dichas opiniones.

¹ El *Project Shift* es un grupo de expertos que trabaja a favor de una economía libre de restricciones de carbono. Son una asociación guiada por la exigencia del rigor científico y cuya misión es iluminar e influir en el debate sobre la transición energética.

Figura N° 1. Cartografía política de la electricidad nuclear en todo el mundo.



Reactores: ⇨ En proceso de cierre
 ↗ Activos
 ↘ Cerrados

Obras: ⇨ En paralización
 ↗ Activas
 ↘ Cerradas

Opiniones: 😊 Opinión pública favorable
 😐 Opinión pública neutral
 😞 Sin opinión pública

Ausente: 👍 Hay políticas
 👉 Políticas en adecuación
 👎 No hay políticas

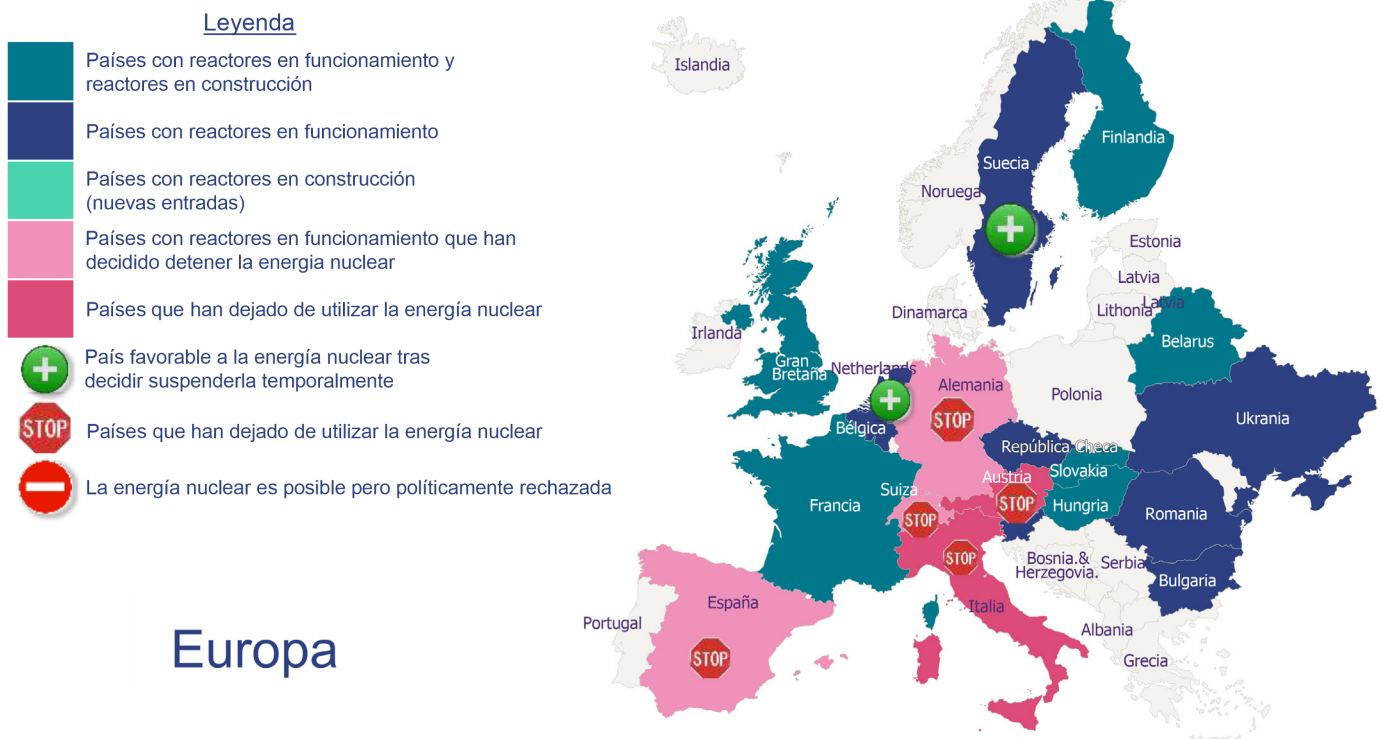
Fuente: Asociación Proyecto The Shifters (2023).

Cierres recientes en Europa occidental

A nivel mundial Europa es una de las regiones más nuclearizadas desde la década de los 70 desde la construcción de los primeros reactores de producción de electricidad. Sin embargo, las orientaciones políticas respecto a la energía nuclear civil, son hoy muy diversas, incluso opuestas en todo el continente. Por ejemplo, la postura contraria de los países de Europa del Este con respecto a la energía nuclear civil es bastante homogénea: la esfera política y la población civil son en general favorables a esta energía, pero al compartir una antigua historia nuclear, los países europeos reaccionaron de manera muy diferente a los desastres de Chernobyl y Fukushima, y están aplicando una multitud de estrategias, que no dejan de tener consecuencias para la geopolítica nuclear.

Así bajo este escenario de la percepción que tiene la sociedad europea, Francia cerró dos unidades de la central eléctrica de Fessenheim en febrero y junio de 2020. Este cierre forma parte del Programa Energético Plurianual, que prevé reducir la participación de la energía nuclear en el mix eléctrico² al 50 % para 2035. Otros nueve países de Europa han optado por reducir o detener el uso de la energía nuclear, pues las encuestas públicas sobre la seguridad de las instalaciones y la gestión de residuos han llevado a los Gobiernos a darle la espalda al átomo. Alemania lidera la emblemática política *Energiewende* (transición a energías renovables) según la cual los tres reactores cesaron su funcionamiento y cierre definitivamente entre 2021 y 2022. Los suizos también decidieron cerrar sus reactores durante el referéndum de 2017; y en Austria e Italia, existen moratorias sobre la energía nuclear desde la década de 1980.

Figura N° 2. Relación de presencia de reactores nucleares y su estatus en países de Europa



Fuente: Asociación Proyecto *The Shifters* (2023).

² La expresión mix eléctrico, que alude a la combinación de las diferentes fuentes de energía que cubren el suministro eléctrico de un país, puede expresarse en español como combinación energética, surtido energético matriz energética, entre otras.

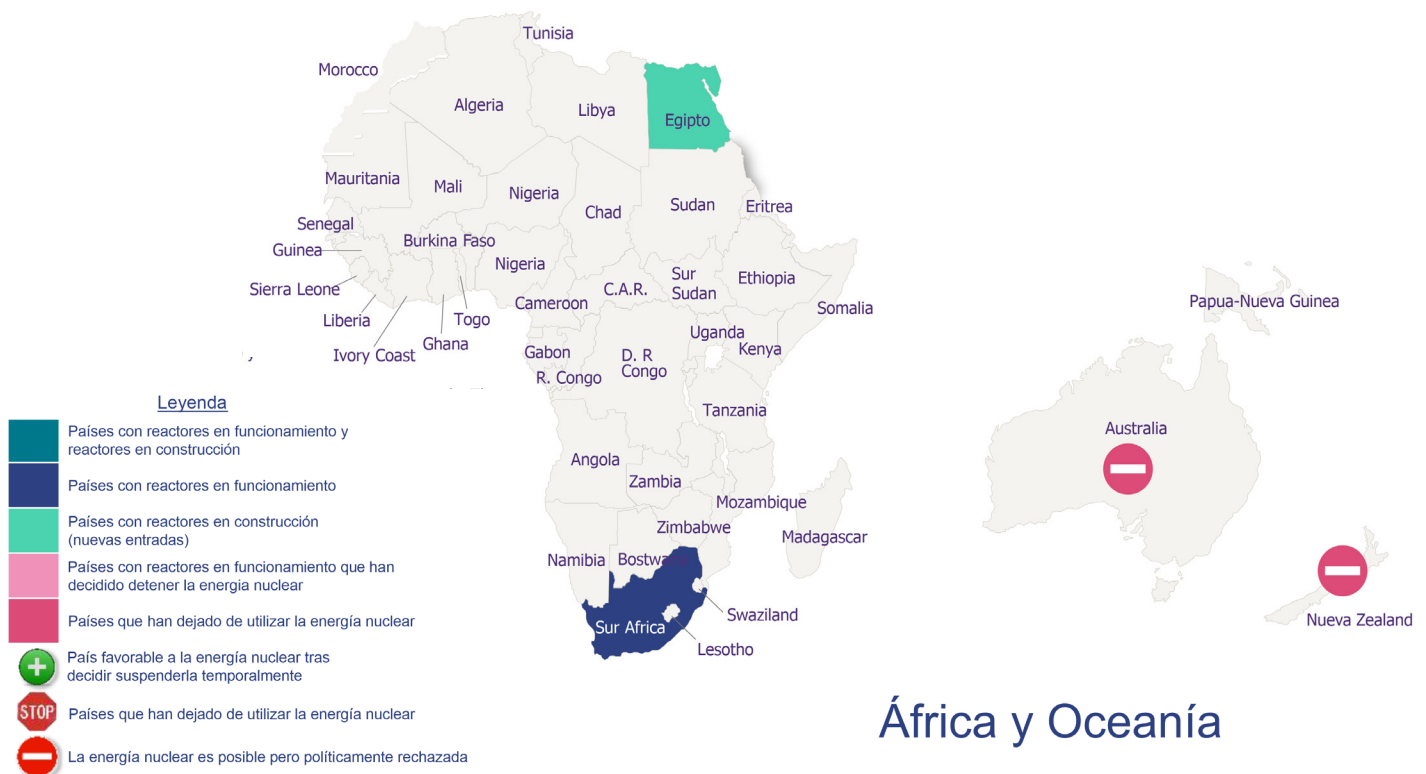
Definitivamente nada en Oceanía

En otras partes del mundo, otros países siguen la misma política. Australia, aunque es el tercer productor mundial de uranio, se opone resueltamente a la energía nuclear. Este y Nueva Zelanda implementaron la ley antinuclear “Ley del Tratado sobre la Zona Libre de Armas Nucleares del Pacífico Sur” y prohibieron la energía nuclear en 1987, incluso para usos civiles, basándose en particular en su fuerte compromiso con la proliferación de armas atómicas.

Por otro lado el continente africano está mal electrificado: cinco veces menos que la media mundial.

600 millones de africanos (en África subsahariana) no tenían acceso a la electricidad en 2016 y las proyecciones de la Agencia Internacional de Energía (AIE) no prevén ninguna mejora significativa para 2030. Impulsada por el desarrollo económico y demográfico de los países del continente africano, la demanda de electricidad está creciendo fuertemente. En 2015, el 77 % de la electricidad se produjo a partir de fuentes fósiles (carbón, gas, fuel oil), el 21 % a partir de energías renovables como las fuentes hidráulica y geotérmica.

Figura N° 3. Relación de presencia de reactores nucleares y su estatus en países de África y Oceanía



Fuente: Asociación Proyecto *The Shifters* (2023).

Corea, Taiwán, Japón y Suecia: ¿relanzamientos tras una pausa?

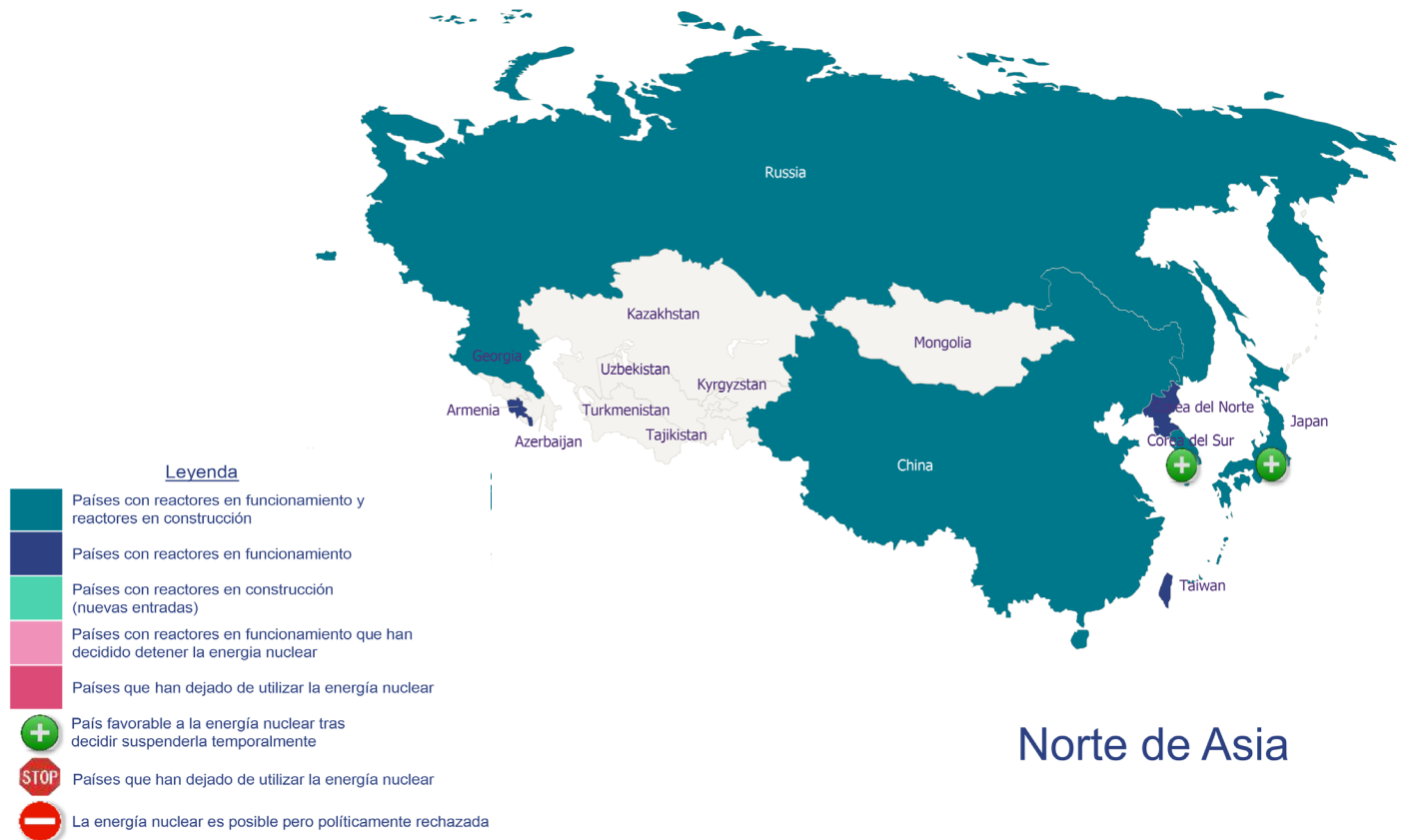
Sin embargo, varios de estos países ahora están cuestionando su deseo de detener la energía nuclear. En Corea y Taiwán³, la opinión pública, después de oponerse a ella, llevó finalmente a los gobiernos a posponer el cierre previsto de las centrales eléctricas.

En Japón, después del desastre de Fukushima, el Gobierno planteó la hipótesis de “nuclear cero”, pero el país se volvió muy dependiente y se vio obligado a importar el 90 % de sus recursos energéticos.

Así, el Ministerio de Industria anunció en 2018 que las centrales nucleares deberían producir al menos el 20 % de la electricidad del país y una encuesta reciente de 2022 muestra que la población está mayoritariamente a favor de la energía nuclear.

En Suecia, la decisión de eliminar progresivamente la energía nuclear se tomó en 1980. Sin embargo, el país revocó esta decisión en 2005, declarando que el cambio climático debería tratarse como una prioridad sobre el cierre de las centrales nucleares.

Figura N° 4. Relación de presencia de reactores nucleares y su estatus en países del norte de Asia



Fuente: Asociación Proyecto *The Shifters* (2023).

³ <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/others/nuclear-power-in-taiwan.aspx>.

Voluntarismo en los Países Bajos y Estados Unidos

Asimismo, tras años de dilaciones, a finales de 2021 se emitió un acuerdo gubernamental en los Países Bajos que prevé la construcción de dos reactores nucleares para luchar contra el cambio climático.

Lo mismo ocurre en Estados Unidos, donde el presidente Joe Biden pretende recurrir a la energía nuclear para respetar el acuerdo climático de París: se ha fijado el objetivo de descarbonizar el sector eléctrico a partir de 2035 y descarbonizar completamente la economía estadounidense de aquí a 2050.

Figura N° 5. Relación de presencia de reactores nucleares y su estatus en países de América



Fuente: Asociación Proyecto *The Shifters* (2023).



Francia, Reino Unido y Finlandia reinician la construcción

En Francia, Emmanuel Macron anunció finalmente en Belfort el 10 de febrero de 2022 su deseo de iniciar la construcción de seis reactores EPR⁴ (laea) y de crear un sector de reactores SMR⁵ (*ibidem*). La Comisión Nacional para el Debate Público también organizó una consulta sobre el sistema energético francés y el lugar que ocupó la energía nuclear en el segundo semestre de 2022⁶.

Por lo tanto, en varios países, la desafección pública ha provocado cierres anticipados o un retraso en la renovación del parque de centrales eléctricas existente. En otros, ha vuelto a ser pronuclear sin incrementar aún a una política de construcción de nuevos reactores.

Por último, en el Reino Unido, la opinión pública siguió siendo favorable a la energía nuclear a pesar del accidente de Fukushima⁷. Lo mismo ocurre en Finlandia, donde el Gobierno anunció en junio de 2019 que quería alejarse del carbón y lograr la neutralidad de carbono en 2035, centrándose en la energía nuclear. La opinión pública finlandesa se encuentra entre las más pronucleares de Europa, con un 62 % de opinión favorable.

Estos dos países están construyendo ahora nuevos reactores. En particular, el EPR de Olkiluoto acaba de comenzar: las primeras reacciones nucleares tuvieron lugar el 21 de diciembre de 2021 y se espera que tenga plena potencia en el verano de 2022.

La fuerte voluntad política de China y Rusia está provocando numerosas construcciones en todo el mundo

En el Este, Rusia y China están construyendo a toda costa. Rusia fue el primer país del mundo en producir electricidad nuclear, mientras que la energía nuclear china es mucho más reciente: el 70 % de los reactores se construyeron en la última década.

Rusia: una estrategia para aumentar la producción nacional y las exportaciones

La energía nuclear desarrollada en la década de 1950 experimentó un auge tras la primera crisis del petróleo de 1973, se estancó tras la caída del imperio soviético a finales de la década de 1980 y comenzó a recuperarse gradualmente hacia finales de la década de 1990. Actualmente, el país explota 38 reactores en su suelo (30 GW) y 41 reactores rusos están en funcionamiento en todo el mundo, lo que convierte a Rusia en el cuarto productor de electricidad nuclear del mundo y el mayor exportador de reactores.

La estrategia del país es aumentar significativamente la proporción de energía nuclear en el mix interno hasta alcanzar el 80 % en 2100. El país también apuesta, de acuerdo con su "Programa Federal de Objetivos" (FTP) de 2010, a exportar su *know-how* a nivel internacional.

El fabricante ruso Rosatom tiene capacidad para ofrecer una oferta integrada, que incluye no solo la construcción de la central sino también la implantación de todo el sector nuclear, desde la producción de uranio

⁴ EPR es el acrónimo de un tipo de reactor nuclear. El EPR es un diseño de un reactor de agua presurizada de tercera generación con una potencia de 1600 MW. Fue diseñado y desarrollado principalmente por Framatome, Electricité de France en Francia, y Siemens AG en Alemania.

⁵ Los pequeños reactores modulares son una clase de pequeños reactores de fisión nuclear, diseñados para construirse en una fábrica, enviarse a sitios operativos para su instalación y luego usarse para alimentar edificios u otras operaciones comerciales.

⁶ Informe de la comisión nacional para el debate público del 25 de abril de 2022 sobre la Consulta Nacional sobre el sistema energético del mañana (<https://www.debatpublic.fr/concertation-nationale-sur-lenergie-publication-du-rapport-de-la-mission-de-conseil-de-la-cndp-3070>).

⁷ <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/united-kingdom.aspx>.

hasta la operación del reactor, además de servicios de formación y asistencia en el desarrollo de estructuras regulatorias (autoridades de seguridad) y, finalmente, soluciones de financiación, lo que representa una ventaja muy clara frente a sus competidores. Esta estrategia está continuamente respaldada por una fuerte voluntad política y no emana ninguna protesta estructurada ni de la clase política ni de la opinión pública.

Antes del conflicto con Ucrania, se estaban construyendo más de 20 reactores rusos en todo el mundo, en Asia, África y se estaban discutiendo proyectos en América del Sur. Sin embargo, estos acontecimientos sin duda tendrán un impacto en este desarrollo. El electricista finlandés Fennovoima dio el pistoletazo de salida al anunciar, el 2 de mayo de 2022, el cese del proyecto de central eléctrica rusa en el emplazamiento de Hanhikivi, en el oeste del país. ¿Qué pasará con otros proyectos en marcha en Europa (Hungría, Eslovaquia) y en otras partes del mundo (Turquía, Egipto)?

China: rápido aumento del parque nacional, con estrategia para la exportación

En China, desde la puesta en servicio de los dos primeros reactores chinos en 1993, el país ha construido centrales eléctricas a la velocidad del rayo. Ahora opera 47 reactores y ha superado a Rusia como el tercer mayor productor de electricidad nuclear del mundo.

En última instancia, según el "Plan de Acción de la Estrategia de Desarrollo Energético 2014-2020", China quiere construir una flota nacional con una capacidad instalada de 200 GW para 2030, o la mitad de la flota mundial actual. Al igual que en Rusia, la clase política china tiene una posición muy claramente pronuclear. Aprobó la construcción de 6 nuevos reactores durante una reunión política el 21 de abril del 2022.

China también tiene una política de exportación muy ofensiva. Al igual que Rusia, ofrece a sus clientes extranjeros paquetes que incluyen financiación. Los dos

primeros reactores chinos eran de diseño francés, pero China ahora exporta sus propios reactores "Hualong One", dos ejemplos de los cuales están en construcción en Pakistán. Otros dos están previstos en Argentina y Reino Unido. En las "Nuevas Rutas de la Seda", se están debatiendo proyectos nucleares en más de diez países.

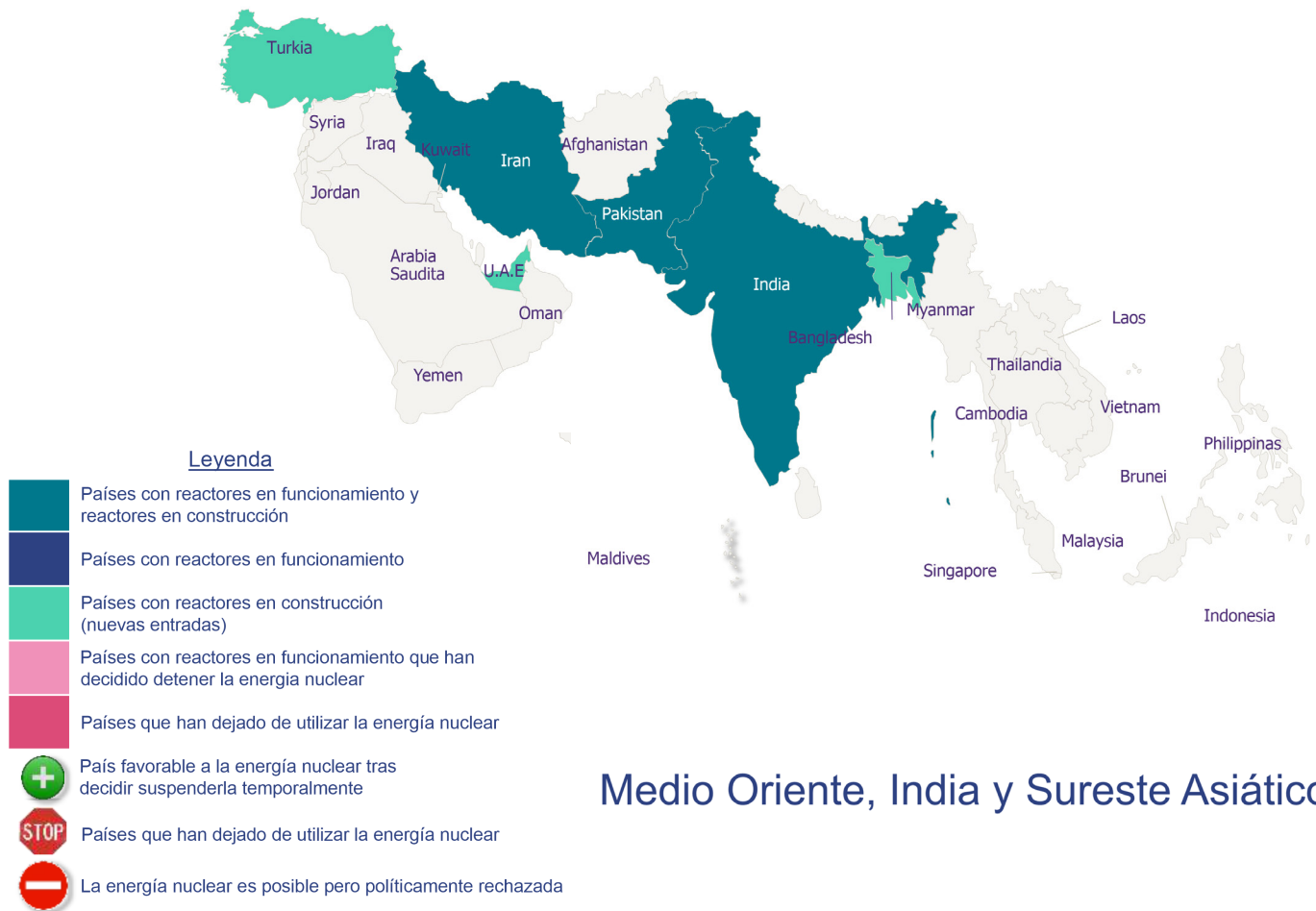
En los países emergentes, la sed de PIB impulsa el crecimiento gracias a la energía nuclear importada

En los países emergentes, un crecimiento económico muy fuerte está provocando un rápido aumento de la demanda de electricidad y, en el contexto del cambio climático, los gobiernos están preocupados por la descarbonización de su producción eléctrica. Esto significa que se están construyendo una treintena de reactores y al menos la misma cantidad de proyectos en marcha en una treintena de países emergentes.

Sudeste Asiático y Medio Oriente

En el Sudeste Asiático y Medio Oriente, la energía nuclear está poco desarrollada, con excepción de India y Pakistán. Estos dos países tienen reactores en servicio y continúan su construcción. Sin embargo, esta región ve la llegada de tres nuevos países: Bangladesh, Turquía y los Emiratos Árabes Unidos, que están construyendo sus primeros reactores, de diseño ruso para los dos primeros y surcoreano para los Emiratos Árabes Unidos.

En la India, los proyectos encuentran oposición por parte de una parte de la población, pero no es probable que esta resistencia influya en la estrategia del gobierno. Otros países del Sudeste Asiático tienen proyectos nucleares, en una fase menos avanzada: en Sri Lanka, Indonesia, Filipinas, Tailandia, Vietnam y Laos se han firmado acuerdos con fabricantes extranjeros con el objetivo de sentar las bases para futuras construcciones. Lo mismo ocurre en Oriente Medio, donde Arabia Saudita, Kuwait y Jordania tienen proyectos de desarrollo nuclear, sin haber iniciado aún la fase de construcción.

Figura N° 6. Relación de presencia de reactores nucleares y su estatus en países de Medio Oriente, India y Sureste Asiático

Medio Oriente, India y Sureste Asiático

Fuente: Asociación Proyecto *The Shifters* (2023).

Una decena de países africanos desean unirse a Sudáfrica entre los países nucleares

Por último, el continente africano también prevé un aumento considerable de la demanda de electricidad. La República de Sudáfrica (RSA) es el único país africano que tiene reactores en servicio. Pero una decena de países quieren iniciar un programa de electricidad nuclear (Nigeria, Egipto, Ghana, Níger, Uganda, Argelia, Marruecos, Túnez, Sudán, Etiopía, Ruanda, Namibia y Kenia).

El país más avanzado en el lanzamiento de un nuevo programa es Egipto, donde la Autoridad Egipcia de Regulación Nuclear y Radiológica (ENRRA) ha concedido

un permiso de construcción en el emplazamiento de El Daaba para 4 reactores rusos, cuya construcción estaba prevista para 2022, antes de la guerra en Ucrania.

Centrándose en asociaciones con empresas extranjeras

Estos países no tienen una tradición nuclear histórica, todos buscan asociaciones con empresas extranjeras que tengan los recursos materiales y los conocimientos técnicos necesarios. Las ofertas integradas, que incluyen la construcción de centrales eléctricas, así como la financiación y la formación de personal, son valiosas para aquellos Estados en los que la infraestructura nuclear debe estar completamente construida.

En todo el mundo se están negociando numerosos acuerdos de cooperación con CGN y CNNC (China), Rosatom (Rusia), Kepco (Corea) y EDF (Francia).

SMR: ¿respuesta a sus dificultades?

El acceso a importantes recursos hídricos, para la refrigeración de los reactores y el pequeño tamaño de las redes de transmisión eléctrica es también un desafío importante en África y para varios países en desarrollo, que podrían avanzar hacia la construcción de reactores de energía de bajo coste, SMR (*Small Modular Reactor*)⁸. Actualmente se están desarrollando varios modelos en todo el mundo: 21 en EE. UU., 17 en Rusia, incluido uno ya en servicio, ocho en China, uno en Francia y uno en Argentina. Estos reactores deberían ser menos restrictivos en su instalación y podrían ubicarse en áreas más remotas.

Además, estos SMR deberían tener tiempos de construcción más cortos y requerir menores inversiones que los reactores “tradicionales”. Por último, la seguridad de estos reactores está garantizada, por diseño, de modo más pasivo, lo que permite contar con capacidades locales menos especializadas y, por tanto, más fácilmente disponibles. Por lo tanto, los SMR podrían constituir una vía de desarrollo para la energía nuclear en África, el Sudeste Asiático, Oriente Medio y América Latina.

La industria nuclear europea está perdiendo su lugar en el mundo por falta de voluntad política

Incertidumbre sobre el fin de los años de bonanza o el inicio de la recuperación

Francia y Europa vivieron un período de prosperidad de unos treinta años con la construcción de la flota nuclear en Europa y en todo el mundo (Países Bajos: 1973, Argentina: 1974, Suiza: 1979, Brasil: 1982, Bélgica: 1982 a 1983, Sudáfrica 1984 a 1985, Corea 1988 a 1989 y China: 1993 a 2003). Hoy en día, los fabricantes europeos

se encuentran en una situación difícil: el mercado para la construcción de la central eléctrica de Barakah en los Emiratos Árabes Unidos se perdió ante la coreana KEPCO, los retrasos en el proyecto EPR en Jaitapur (India) duran desde hace diez años y el “El proyecto ATMEA”, este nuevo reactor que debía completar la cartera de productos ofrecidos a potenciales clientes exportadores, fue paralizado.

La industria nuclear europea afronta hoy grandes dificultades para mantener un lugar significativo en el mundo debido a la falta de respuesta a tres cuestiones: financiación de proyectos, dificultades para aplicar normas y adecuación a las necesidades de los clientes en el contexto internacional.

La cuestión de la financiación

Los proyectos nucleares de muy larga duración requieren mucho capital y solo permiten un retorno tardío de la inversión. Por tanto, es muy difícil financiarlos en el mercado de inversión privado. Sin embargo, aunque en Francia COFACE ofrece ciertas garantías, el Estado no ofrece inversiones directas para estos proyectos. *A fortiori*, la Unión Europea tampoco asigna ningún crédito.

En el caso de la financiación de los proyectos de los dos reactores británicos Hinkley Point C, EDF financió el 50 % de los 23.000 millones de euros del proyecto con fondos propios, a cambio de un precio de venta de electricidad garantizado por Bruselas durante 35 años. Este acuerdo fue denunciado primero por Austria, finalmente rechazado por la Comisión Europea, y Bruselas autorizó implícitamente al Reino Unido a financiar la construcción. Sin embargo, EDF no podrá financiar todos los proyectos del mundo con deuda. Por tanto, la inversión en proyectos nucleares sigue siendo un desafío para Francia y Europa, mientras que el sector ruso dispone de capacidades de apoyo a tipos imbatibles, en forma de préstamos estatales.

⁸ Pequeño reactor modular.



La cuestión de las normas

Francia desarrolló un sector interno, basado en el modelo estadounidense, pero del que desde entonces se ha emancipado en gran medida. El modelo francés incluye el diseño de los reactores pero también todo un conjunto de códigos y normas franceses. Sin embargo, Francia encuentra a veces dificultades a la hora de aplicar estas normas en su propio territorio.

Tras los reveses en la obra de Flamanville, el informe Folz, encargado en el verano de 2019 por el Ministerio de Economía, destacó por ejemplo que: "El decreto de diciembre de 2005 introdujo de hecho nuevas exigencias (...) y ha dado lugar durante mucho tiempo a divergencias de interpretación que pesaron mucho en el progreso del proyecto". Por lo tanto, a Francia le interesa promover la cooperación entre la Autoridad de Seguridad y los fabricantes, para que puedan desarrollar conjuntamente soluciones industriales sólidas.

La cuestión internacional

Francia tenía, antes del cierre de las dos unidades de Fessenheim en el verano de 2020, 58 reactores en servicio, lo que convierte al sector francés en uno de los más prolíficos del mundo. Una de sus principales ventajas es integrar al operador desde la fase de diseño, para tener en cuenta la retroalimentación de su experiencia operativa y adaptar el diseño a sus especificaciones técnicas. La construcción nuclear en Francia se benefició plenamente de este efecto durante la instalación de la flota entre los años 1970 y 2000.

Por otro lado, este solapamiento es tal que a veces los fabricantes encuentran dificultades para liberarse de él cuando se trata de trabajar con otro cliente, y otra autoridad de seguridad, que tienen exigencias a veces diferentes de la práctica francesa.

Renacimiento nuclear en el mundo: ¿cambio climático y opiniones públicas?

A nivel internacional, la industria tiende a reproducir sistemáticamente esta práctica; por el contrario, le

vendría bien adaptarse más a las necesidades de sus clientes, con el fin de desarrollar un producto atractivo para el siglo XXI. Por ejemplo, un SMR, de menor potencia, del que prevemos una demanda creciente en los países emergentes.

Nuevos objetivos y voluntad política

Es muy probable que estos reactores desempeñen un papel en la satisfacción de la creciente demanda de energía en estos países, que están tratando de importar medios para apoyar su crecimiento, limitando al mismo tiempo sus emisiones de CO₂.

La financiación, las normas y la atención al cliente están impulsadas y coordinadas por la voluntad política. En Francia, al no poder desarrollar una estrategia clara, la política no proporciona el impulso que sería necesario para el desarrollo de la energía nuclear, a nivel local y para la exportación

Conclusión

El panorama de la energía nuclear en el mundo realizado por los *Shifters* mostró que los países que desarrollan esta tecnología son aquellos donde la opinión pública está alineada con políticas a favor del átomo, como en el Reino Unido o en Finlandia, o donde la opinión ha tenido poca influencia, como en Rusia o China.

En Francia, la opinión pública tiene una fuerte influencia sobre la voluntad política en materia nuclear; por lo tanto, parece ser un parámetro clave en la ecuación y la voluntad política, a su vez, influye en la opinión pública.

En este contexto, los *Shifters* querían aportar conocimientos del contexto internacional para arrojar luz sobre la cuestión. El debate público organizado en la segunda mitad de 2022 es una oportunidad que deben aprovechar tanto la opinión pública como los políticos para alinearse con una estrategia a largo plazo para la política nuclear en el mundo.