

# **La importancia de la energía barata y segura en el desarrollo Económico y Medioambiental**

**Iván Raja Parra**

UNIVERSIDAD DE LAS HÉSPERIDES, ESPAÑA

iraja@hesperides.edu.es

**Resumen:** Este trabajo analiza la importancia de garantizar un suministro de energía barata y segura para el desarrollo económico y ambiental. En este contexto, se estudian las centrales nucleares de cuarta generación, evaluando su viabilidad económica, técnica y ambiental, y comparando sus beneficios frente a otras alternativas energéticas.

**Palabras clave:** Energía barata, centrales nucleares de cuarta generación, desarrollo sostenible, análisis económico, alternativas energéticas

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Índice .....</b>   |           |
| <b>Introducción.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1. Contexto y problemática.....</b>  | <b>2</b>  |
| 1.1. Importancia de la energía en el desarrollo económico.....                          | 2         |
| 1.2. La transición energética .....   | 2         |
| 1.3. Centrales nucleares de cuarta generación: Una alternativa que merece atención..... | 3         |
| <b>2. Evolución histórica del problema.....</b>   | <b>3</b>  |
| 2.1. Dependencia de los combustibles fósiles .....                                      | 4         |
| 2.2. Desarrollo de la energía nuclear .....   | 4         |
| 2.3. Cambio de narrativas .....   | 4         |
| <b>3. Análisis de perspectivas .....</b>  | <b>5</b>  |
| 3.1. Perspectiva optimista.....   | 5         |
| 3.2. Perspectiva pesimista.....   | 6         |
| 3.3. Defensores .....   | 6         |
| 3.4. Detractores.....   | 7         |
| <b>4. Comparativa de soluciones y análisis económico.....</b>                           | <b>7</b>  |
| 4.1. Evaluación de alternativas .....   | 7         |
| 4.1.1. Energías renovables (solar, eólica, hidroeléctrica) .....                        | 8         |
| 4.1.2. Captura y almacenamiento de carbono (CAC) .....                                  | 8         |
| 4.1.3. Centrales nucleares de cuarta generación.....                                    | 8         |
| 4.2. Análisis costo-beneficio.....  | 9         |
| <b>5. Contraargumentos: Respuestas a los críticos de la energía nuclear .....</b>       | <b>9</b>  |
| 5.1. Gestión de residuos radiactivos .....  | 10        |
| 5.2. Riesgo de accidentes nucleares.....  | 10        |
| 5.3. Gestión de residuos radiactivos .....  | 10        |
| 5.4. Centralismo nuclear y dependencia estatal o corporativa .....                      | 11        |
| 5.5. Preferencia por el carbón como una solución más económica .....                    | 11        |
| <b>Conclusiones .....</b>   | <b>12</b> |
| <b>Bibliografía.....</b>  | <b>13</b> |

## Introducción

**L**a energía barata y segura ha sido, históricamente, el motor del desarrollo económico y social. Desde la Revolución Industrial hasta la actualidad, la disponibilidad de energía asequible ha permitido avances tecnológicos, mejoras en la calidad de vida y un crecimiento económico sostenido. Sin embargo, en un mundo donde la transición energética se ha convertido en una prioridad, garantizar un suministro abundante y limpio es uno de los mayores retos del siglo XXI.

En este contexto, el papel de la energía nuclear, especialmente las centrales nucleares de cuarta generación, merece una atención especial. A pesar de sus evidentes beneficios en términos de seguridad, eficiencia y sostenibilidad, esta tecnología sigue siendo objeto de rechazo y desconfianza. ¿Por qué una tecnología con tanto potencial para ofrecer soluciones reales a los problemas energéticos y medioambientales es marginada y criticada tan ferozmente? Esta es la pregunta central que este trabajo busca responder.

El objetivo de este trabajo es analizar cómo las centrales nucleares de cuarta generación podrían ser clave para garantizar un futuro energético más sostenible, explorando su viabilidad técnica, económica y ambiental. Además, se reflexionará sobre cómo el acceso a una energía abundante y asequible podría cambiar nuestra forma de enfrentar los retos ambientales, facilitando soluciones más lógicas y efectivas en lugar de limitar el desarrollo.

El trabajo se estructura en varios apartados. En primer lugar, se establece el contexto y la problemática actual, analizando la situación energética global y los retos asociados a la creciente demanda de electricidad. Posteriormente, se aborda la evolución histórica de las fuentes de energía, destacando la transición desde los combustibles fósiles hacia alternativas más sostenibles. En el tercer apartado, se exploran las diferentes perspectivas en torno a la energía nuclear, incluyendo tanto los argumentos de sus defensores como las críticas de sus detractores. El cuarto apartado realiza una comparativa económica entre distintas soluciones energéticas, analizando costos y beneficios. Finalmente, se responden las críticas más frecuentes hacia la energía nuclear, antes de llegar a las conclusiones, donde se reflexiona sobre las lecciones aprendidas y se da respuesta a la pregunta inicial planteada.

## 1. Contexto y problemática

La energía es uno de los temas más relevantes y complejos en la actualidad. Su disponibilidad y coste afectan cada aspecto de la vida moderna, desde el desarrollo económico hasta la sostenibilidad ambiental. Este apartado explora cómo la energía ha sido un motor del progreso, las limitaciones de las fuentes tradicionales, y las alternativas que pueden definir el futuro energético global.

### 1.1. Importancia de la energía en el desarrollo económico

La energía es el motor de la civilización moderna, sin ella, las industrias se detienen, el transporte colapsa y las sociedades retroceden. La electricidad, en particular, ha pasado de ser un lujo a un requisito esencial, indispensable para mantener el ritmo de vida actual. Sin embargo, no estamos ante un simple problema de consumo creciente: el verdadero desafío radica en garantizar un suministro que sea asequible, confiable y suficientemente flexible para adaptarse a las demandas futuras.

Con el paso del tiempo, la humanidad ha exigido más energía per cápita, y al mismo tiempo, el aumento de la población ha incrementado estas demandas de manera agregada. Pero las trabas no provienen de la capacidad técnica para generar energía, sino de barreras regulatorias y políticas que, en muchos casos, dificultan el acceso a recursos que de otro modo serían abundantes y económicos. Estas restricciones generan ineficiencias, encarecen la energía y frenan la innovación.

Si queremos un desarrollo económico robusto, necesitamos energía barata y abundante. Más aún, esa misma energía debe ser el punto de partida para resolver otras problemáticas ambientales, permitiendo, por ejemplo, operar plantas de reciclaje o impulsar proyectos sostenibles que dependen de un suministro energético confiable. La solución no es reducir el consumo ni imponer más restricciones; es fomentar tecnologías que ofrezcan resultados reales y escalables.

### 1.2. La transición energética

Durante más de dos siglos, los combustibles fósiles han sido el motor principal del desarrollo económico. Su abundancia y densidad energética permitieron la revolución industrial y el comercio moderno, sentando las bases de la prosperidad que conocemos hoy. Sin embargo, esta dependencia también creó vulnerabilidades evidentes: precios inestables, reservas concentradas en pocas regiones y la creciente presión de los mercados para encontrar alternativas viables.

Las energías renovables, como la solar y la eólica, han ganado protagonismo como supuestas soluciones a estos desafíos. Pero si algo ha demostrado la realidad, es que estas opciones no son capaces de sostener por sí solas un sistema energético global. Sus problemas de intermitencia y los elevados costos asociados con su almacenamiento las convierten en tecnologías

complementarias, no en sustitutos totales. Insistir únicamente en ellas es ignorar la necesidad de una fuente de energía que pueda aportar estabilidad y cubrir las demandas constantes de una sociedad moderna.

Diversificar no es solo deseable, es imprescindible. Pero esta diversificación debe basarse en soluciones prácticas, no en ideas que dependen de subsidios perpetuos o de suposiciones sobre avances tecnológicos aún lejanos. Para avanzar hacia un modelo energético sólido, necesitamos combinar fuentes tradicionales con alternativas que realmente cumplan con las exigencias actuales

### **1.3. Centrales nucleares de cuarta generación: Una alternativa que merece atención**

Ante este panorama, las centrales nucleares de cuarta generación aparecen como una solución clara y contundente. A diferencia de los modelos nucleares anteriores, estas tecnologías han sido diseñadas para resolver los problemas más criticados de la energía nuclear: la seguridad, los residuos y la falta de escalabilidad. No estamos hablando de promesas vacías, sino de avances reales que ya están siendo implementados en proyectos piloto en países como China, Canadá y Francia.

Estas centrales destacan por su capacidad para operar con combustibles reciclados, lo que no solo reduce los desechos radiactivos, sino que también aprovecha materiales previamente considerados inútiles. Además, ofrecen un suministro energético constante y fiable, algo que ni las renovables ni los combustibles fósiles pueden garantizar por igual. Esto las convierte en un pilar fundamental para cualquier estrategia energética seria.

Sin embargo, no podemos ignorar los desafíos. Los costos iniciales son altos, las regulaciones actuales no están preparadas para fomentar su expansión, y la percepción pública sigue influenciada por temores desactualizados. Pero si algo ha demostrado la experiencia internacional es que estas barreras pueden superarse. Con ejemplos de éxito en marcha, las centrales de cuarta generación no son una simple posibilidad: son una necesidad para garantizar un futuro energético seguro, eficiente y económicamente viable.

## **2. Evolución histórica del problema**

La historia de la generación de energía no es solo un reflejo de los avances tecnológicos, sino también de las decisiones políticas y económicas que han moldeado nuestras sociedades. Desde los inicios de la Revolución Industrial, las fuentes energéticas han sido un factor crucial para el desarrollo, pero también han generado problemas y tensiones que seguimos enfrentando hoy.

## 2.1. Dependencia de los combustibles fósiles

El carbón fue el protagonista indiscutible de la Revolución Industrial. Impulsó las primeras máquinas de vapor, catalizó un auge económico sin precedentes y marcó el inicio de una era de industrialización acelerada. Posteriormente, el petróleo y el gas natural se convirtieron en los pilares del desarrollo del siglo XX, proporcionando energía abundante y fácilmente transportable que transformó industrias y permitió la electrificación masiva.

Sin embargo, esta dependencia también ha creado grandes vulnerabilidades. Económicamente, la concentración de recursos en ciertas regiones ha provocado tensiones geopolíticas, mientras que las fluctuaciones de precios en los mercados energéticos han generado inestabilidad global. Ambientalmente, la quema masiva de combustibles fósiles ha contaminado el aire y generado preocupaciones sobre su impacto en las condiciones climáticas del planeta. Si bien estos problemas no han frenado el uso de combustibles fósiles, sí han puesto en el centro del debate la necesidad de buscar alternativas.

## 2.2. Desarrollo de la energía nuclear

La energía nuclear surgió como una solución revolucionaria en el siglo XX, ofreciendo una forma de generar grandes cantidades de electricidad sin las emisiones contaminantes asociadas a los combustibles fósiles. Las primeras centrales nucleares comerciales, construidas en las décadas de 1950 y 1960, marcaron el inicio de una nueva era energética, prometiendo independencia energética y estabilidad en los costos de generación.

Sin embargo, la historia de la energía nuclear también está marcada por críticas y accidentes que moldearon la percepción pública. Desastres como Chernóbil (1986), cuya gestión estuvo marcada por deficiencias propias del sistema soviético, y Fukushima (2011) generaron temores sobre la seguridad de esta tecnología, mientras que los costos iniciales de las plantas y el manejo de residuos radiactivos se convirtieron en temas recurrentes de debate. A pesar de estos desafíos, la industria nuclear evolucionó, desarrollando tecnologías de nueva generación que buscan superar estas limitaciones.

## 2.3. Cambio de narrativas

En los últimos años, el discurso energético ha cambiado drásticamente. Las preocupaciones por la crisis climática han llevado a una transición hacia fuentes consideradas "limpias" como la solar y la eólica. Estas alternativas, aunque atractivas por su imagen de sostenibilidad, enfrentan serios desafíos técnicos y financieros, especialmente en lo que respecta a su intermitencia y los altos costos de almacenamiento.

En este contexto, las centrales nucleares de cuarta generación han comenzado a ganar terreno como una opción viable y eficiente. Estas tecnologías no solo ofrecen un suministro continuo y confiable, sino que también incorporan mejoras significativas en seguridad y manejo

de residuos. Además, su capacidad para operar con combustibles reciclados representa un cambio radical respecto a los modelos anteriores. Con el respaldo de expertos y avances en proyectos piloto, estas centrales están desafiando la narrativa que durante décadas limitó el potencial de la energía nuclear, posicionándola como una parte esencial del futuro energético global.

### 3. Análisis de perspectivas

El debate sobre las centrales nucleares de cuarta generación ha dado lugar a posturas diversas, desde optimistas que destacan sus ventajas tecnológicas y económicas, hasta críticas que señalan riesgos y limitaciones.

#### 3.1. Perspectiva optimista

Los defensores de las centrales nucleares de cuarta generación argumentan que estas tecnologías ofrecen soluciones reales a los problemas energéticos actuales. En un contexto donde la demanda energética sigue creciendo, estas centrales destacan por su capacidad de generar energía constante y fiable sin las limitaciones de intermitencia propias de las energías renovables. Además, los avances técnicos permiten utilizar combustibles reciclados, lo que no solo reduce los residuos radiactivos, sino también aprovecha mejor los recursos existentes.

Un aspecto clave es la incorporación de sistemas de seguridad pasiva, que minimizan la dependencia de intervenciones humanas ante fallos y eliminan riesgos asociados a accidentes graves. Estos avances responden directamente a las críticas históricas hacia la energía nuclear, marcando un salto significativo en la seguridad operativa.

Desde el punto de vista económico, estas centrales también representan una inversión a largo plazo. Aunque los costos iniciales de construcción son elevados, su vida útil prolongada y los bajos costos de operación compensan esta inversión. En comparación, las energías renovables requieren almacenamiento costoso para superar su intermitencia, lo que aumenta significativamente su coste real.

Un ejemplo representativo de estas innovaciones son los Pequeños Reactores Modulares (SMR, siglas en inglés). Con una capacidad de generación entre 50 y 300 MW, estos reactores destacan por su diseño compacto y modular, lo que permite reducir los costos de construcción y adaptarse a demandas energéticas específicas. Además, su capacidad para operar en regiones remotas y en entornos con infraestructura limitada los convierte en una opción versátil y práctica.

Desde una perspectiva ambiental, los SMR podrían acelerar la descarbonización de sectores como el transporte y la industria pesada. Su capacidad de generar energía limpia y constante permite reducir las emisiones sin depender exclusivamente de las condiciones climáticas. Además, al combinarse con tecnologías de captura de carbono, estos reactores podrían desempeñar un papel central en la transición hacia economías bajas en carbono.

### 3.2. Perspectiva pesimista

Los críticos de las centrales nucleares de cuarta generación enfatizan una serie de desafíos que cuestionan su viabilidad a gran escala. En primer lugar, los altos costos iniciales continúan siendo una barrera significativa. A pesar de los argumentos sobre su rentabilidad a largo plazo, muchos consideran que los recursos necesarios podrían invertirse mejor en el desarrollo de energías renovables, cuya implementación suele ser más rápida y menos costosa.

Otro punto clave es la aceptación pública. Los temores hacia la energía nuclear, alimentados por accidentes como Chernóbil y Fukushima, persisten y dificultan la implementación de nuevas centrales. Aunque las tecnologías de cuarta generación prometen ser más seguras, los detractores argumentan que cambiar esta percepción tomará décadas y requerirá esfuerzos de comunicación significativos.

Desde una perspectiva ambiental, los detractores también señalan que, si bien los residuos generados por estas tecnologías son menores, no se eliminan por completo. Además, cuestionan el impacto de la minería y el transporte de uranio, así como los riesgos asociados al almacenamiento de residuos a largo plazo.

Antón Uriarte, quien fue de los críticos más relevantes, destacó que la energía nuclear refuerza un modelo de "centralismo", donde grandes corporaciones y estados concentran el control sobre el suministro energético. También mencionaba la falta de seguros capaces de cubrir los daños en caso de un accidente, trasladando este riesgo a la sociedad en general.

Finalmente, los críticos destacan que el tiempo requerido para construir y poner en marcha estas centrales no está alineado con la urgencia de las soluciones climáticas. Argumentan que las energías renovables ofrecen una alternativa más inmediata y descentralizada, mejor adaptada a los desafíos actuales.

### 3.3. Defensores

Gabriel Calzada, quizás conocido por mi profesor, argumenta que estas tecnologías son esenciales para garantizar un suministro energético seguro y sostenible. En su visión, la liberalización del mercado energético podría catalizar el desarrollo de las centrales de cuarta generación, fomentando la competencia y reduciendo los costes.

Los defensores también enfatizan que la transición hacia una economía descarbonizada requiere soluciones que combinen viabilidad económica y escalabilidad. Las centrales nucleares cumplen con estos criterios, ofreciendo una alternativa constante y predecible en comparación con las energías renovables, que dependen de factores climáticos.

En el contexto global, también se argumenta que la adopción de estas tecnologías podría reducir la dependencia de combustibles importados, fortaleciendo la seguridad energética de los países. Además, su implementación podría convertirse en un motor de innovación y crecimiento económico, generando empleos de alta calificación y estimulando cadenas de suministro locales.

Finalmente, los defensores señalan que las centrales de cuarta generación representan una oportunidad única para resolver problemas históricos de la energía nuclear, como la seguridad y los residuos, mientras contribuyen a mitigar el cambio en las condiciones climáticas.

### 3.4. Detractores

Por otro lado, los detractores argumentan que la energía nuclear perpetúa un modelo de concentración de poder, lo que podría limitar la descentralización del mercado energético y la innovación en el sector. Además, señalan que las promesas de sostenibilidad y seguridad de las centrales de cuarta generación deben evaluarse con escepticismo, dado que los riesgos asociados al manejo de residuos y la seguridad de las instalaciones no han sido completamente eliminados.

Un punto recurrente es el tiempo necesario para que estas plantas sean operativas. En un contexto de emergencia climática, muchos críticos consideran que las inversiones deberían priorizar tecnologías renovables, que pueden implementarse rápidamente y a menor costo.

Finalmente, se subrayan las posibles vulnerabilidades de las instalaciones nucleares frente a amenazas externas, como desastres naturales o ciberataques, lo que aumenta las dudas sobre su viabilidad como solución integral para los desafíos energéticos actuales.

## 4. Comparativa de soluciones y análisis económico

La búsqueda de soluciones energéticas sostenibles ha generado un debate intenso sobre cuál es el mejor camino a seguir. Este apartado examina tres alternativas principales—energías renovables, captura y almacenamiento de carbono (CAC) y centrales nucleares de cuarta generación—desde una perspectiva económica basada en un análisis de costos y beneficios. Aunque no incluimos cifras específicas, ya que estas muchas veces dependen de una valoración subjetiva, el análisis se centra en principios económicos clave.

### 4.1. Evaluación de alternativas

En el contexto actual, donde la sostenibilidad es una prioridad, la discusión sobre las soluciones energéticas enfrenta la necesidad de equilibrio entre viabilidad económica y beneficios a largo plazo. Energías renovables, captura y almacenamiento de carbono (CAC) y centrales nucleares de cuarta generación son tres alternativas que ofrecen respuestas diferentes a los retos energéticos. Analizarlas bajo el prisma de costos y beneficios nos permite evaluar sus fortalezas y limitaciones sin necesidad de recurrir a cifras específicas.

#### 4.1.1. Energías renovables (solar, eólica, hidroeléctrica)

Las energías renovables han ganado popularidad por su capacidad para aprovechar recursos naturales como el sol, el viento y el agua, con un impacto mínimo durante su operación. Sin embargo, su intermitencia plantea un reto considerable: cuando no hay sol ni viento, el suministro se detiene, lo que obliga a depender de sistemas de almacenamiento o fuentes complementarias.

Este problema se traduce en costos adicionales. Las baterías o las plantas hidroeléctricas reversibles, necesarias para garantizar un suministro constante, encarecen notablemente los proyectos renovables. Además, muchas iniciativas dependen de subsidios para mantenerse competitivas, lo que cuestiona su sostenibilidad financiera en ausencia de apoyo público.

Desde el punto de vista ambiental, si bien no emiten gases durante su operación, la fabricación y eliminación de paneles solares y turbinas eólicas llevan un gran impacto ambiental.

#### 4.1.2. Captura y almacenamiento de carbono (CAC)

La tecnología de captura y almacenamiento de carbono se presenta como una alternativa razonable para reducir emisiones en industrias difíciles de descarbonizar. Al capturar el CO<sub>2</sub> directamente de las fuentes emisoras y almacenarlo bajo tierra, ofrece una solución directa a lo que actualmente se considera contaminación atmosférica.

No obstante, el CAC enfrenta barreras importantes. Las infraestructuras para capturar, transportar y almacenar carbono son costosas, y su eficiencia varía dependiendo de la tecnología utilizada. Además, el riesgo de fugas a largo plazo plantea dudas sobre su efectividad ambiental. Si bien puede ser una herramienta transicional en países dependientes de combustibles fósiles, su adopción generalizada requiere una regulación estricta y un compromiso significativo de inversión.

#### 4.1.3. Centrales nucleares de cuarta generación

Las centrales nucleares de cuarta generación representan un equilibrio entre eficiencia, seguridad y sostenibilidad. Su capacidad para generar energía de manera constante las hace ideales para satisfacer demandas energéticas crecientes. A diferencia de las renovables, no dependen de las condiciones climáticas, y su tecnología permite reciclar combustible, reduciendo tanto el volumen como la peligrosidad de los residuos.

Desde un punto de vista económico, aunque su construcción implica costos iniciales elevados, su operación prolongada y estable compensa la inversión. Además, los sistemas de seguridad pasiva integrados en su diseño minimizan los riesgos de accidentes y reducen los costos asociados a la gestión de emergencias.

En el ámbito ambiental, destacan por su capacidad de generar energía sin emisiones directas de carbono, lo que las posiciona como una pieza clave en la lucha contra el cambio en las condiciones climáticas.

## 4.2. Análisis costo-beneficio

La comparativa entre estas alternativas muestra cómo cada opción tiene ventajas y limitaciones:

**Costos iniciales y operativos:** Las renovables presentan costos iniciales moderados pero operativos elevados debido a la necesidad de almacenamiento. Las nucleares de cuarta generación requieren una inversión inicial alta, pero su longevidad y eficiencia las hacen competitivas a largo plazo. El CAC enfrenta costos recurrentes altos, lo que limita su viabilidad en muchos casos.

**Beneficios a largo plazo:** Las renovables pueden ser efectivas en regiones con abundancia de recursos naturales como sol y viento, pero su dependencia de factores climáticos plantea desafíos: las placas solares requieren un suministro constante de luz solar y, por la noche, dependen de baterías que generan contaminación en su fabricación y eliminación. De manera similar, las turbinas eólicas dependen de vientos que sean suficientes, pero no excesivos, para operar eficientemente. pero su intermitencia exige respaldo. Las nucleares destacan por su fiabilidad, especialmente para descarbonizar sectores como el industrial. El CAC, aunque prometedor, depende de infraestructuras costosas y enfrenta incertidumbres sobre su aplicación generalizada

**Impacto ambiental:** Las renovables tienen una huella ambiental baja durante su operación, pero no en su fabricación y eliminación, sin contar con las baterías que generan un gran contaminación en su fabricación y eliminación. Las nucleares ofrecen un balance ambiental positivo al evitar emisiones, los residuos radiactivos son un reto gestionado actualmente con éxito y fácilmente escalable. El CAC reduce emisiones directamente, pero su dependencia de combustibles fósiles limita su papel en una transición sostenible.

## 5. Contraargumentos: Respuestas a los críticos de la energía nuclear

La energía nuclear ha sido objeto de muchas críticas, desde preocupaciones ampliamente compartidas hasta objeciones más específicas. Este apartado aborda estas cuestiones desde un enfoque analítico, desmontando los argumentos punto por punto.

### 5.1. Gestión de residuos radiactivos

Una de las críticas más repetidas hacia la energía nuclear es la dificultad para gestionar los residuos radiactivos. Estos desechos, que pueden permanecer peligrosos durante miles de años, generan dudas sobre los riesgos ambientales y la seguridad de su almacenamiento a largo plazo. Para algunos, este problema es una barrera insalvable que cuestiona la viabilidad de esta tecnología.

Sin embargo, los avances en las tecnologías de cuarta generación han transformado esta percepción. Reactores avanzados permiten reciclar el combustible nuclear, reduciendo tanto el volumen como la peligrosidad de los residuos. Además, soluciones como el almacenamiento geológico profundo, ya implementadas en países como Finlandia, demuestran que gestionar los desechos de manera segura y sostenible es no solo posible, sino una realidad.

### 5.2. Riesgo de accidentes nucleares

Los accidentes en plantas como Chernóbil y Fukushima han dejado una huella profunda en la opinión pública, alimentando temores que siguen presentes hoy en día. La posibilidad de un fallo catastrófico, aunque remota, se utiliza como argumento recurrente para frenar el desarrollo nuclear, especialmente en áreas densamente pobladas o con riesgos sísmicos.

A pesar de estos temores, los reactores de cuarta generación han cambiado las reglas del juego. Incorporan sistemas de seguridad pasiva diseñados para evitar sobrecalentamientos incluso en situaciones extremas. Estos avances no solo reducen significativamente la probabilidad de accidentes graves, sino que refuerzan la confianza en esta tecnología como una opción segura y fiable.

### 5.3. Gestión de residuos radiactivos

Los altos costos asociados a la construcción y desmantelamiento de plantas nucleares suelen citarse como una de las principales barreras económicas de esta tecnología. Según los críticos, estas inversiones iniciales hacen que la energía nuclear sea menos atractiva frente a alternativas como las renovables, que requieren menores capitales.

No obstante, la realidad es más matizada. Si bien los costos iniciales son altos, la larga vida útil de las plantas nucleares y su capacidad para generar energía de forma constante las convierten en una inversión sólida a largo plazo. Además, los reactores modulares pequeños (SMR) están marcando un punto de inflexión, reduciendo tanto los costos como los tiempos de construcción, y ofreciendo una alternativa viable para diversificar la generación energética.

#### **5.4. Centralismo nuclear y dependencia estatal o corporativa**

---

Antón Uriarte, señalaba que la energía nuclear fomenta un modelo centralizado donde grandes corporaciones o entidades estatales concentran el control. Según este argumento, este "centralismo" limita la competencia y dificulta la participación de actores más pequeños en el mercado energético.

Aunque históricamente la generación nuclear ha sido dominada por grandes actores, las nuevas tecnologías, como los SMR, están cambiando este paradigma. Estos reactores compactos no solo permiten descentralizar la generación energética, sino que también democratizan el acceso, abriendo la puerta a modelos más flexibles y adaptados a las necesidades locales.

#### **5.5. Preferencia por el carbón como una solución más económica**

---

El carbón sigue siendo defendido por algunos como una opción económica y fiable, especialmente en regiones con abundantes reservas. Sus defensores lo presentan como una alternativa más accesible y menos compleja en términos tecnológicos.

Sin embargo, este argumento ignora las externalidades negativas asociadas al carbón, especialmente la contaminación atmosférica que genera. Frente a esto, la energía nuclear ofrece una alternativa sostenible y económicamente viable a largo plazo. Su capacidad para generar energía sin emisiones durante la operación la posiciona como una solución clave en un mundo que busca reducir su impacto ambiental sin sacrificar la estabilidad energética.

Al abordar tanto las críticas más comunes como las menos habituales, queda claro que muchas de las objeciones hacia la energía nuclear pueden ser respondidas con avances tecnológicos y regulaciones adecuadas. Las tecnologías de cuarta generación representan un cambio fundamental, resolviendo problemas históricos y posicionándose como una herramienta esencial para un futuro energético sostenible.

## Conclusiones

La energía barata y segura no solo es esencial para garantizar el desarrollo económico más en un mundo que avanza a cada año ser más demandante de energía, sino también para facilitar soluciones medioambientales que demandan altos niveles de electricidad. En este trabajo, se ha analizado cómo las centrales nucleares de cuarta generación podrían desempeñar un papel clave en este contexto, destacando su capacidad para ofrecer un suministro constante y sostenible mientras se reduce la dependencia de combustibles fósiles.

Desde el inicio, planteé una pregunta fundamental: ¿Por qué una tecnología con tanto potencial para ofrecer soluciones reales a los problemas energéticos y medioambientales es marginada y criticada tan ferozmente? La respuesta se encuentra, en gran medida, en una combinación de percepciones erróneas que han terminado creando barreras que son ya históricas. Los accidentes pasados, aunque excepcionales, marcaron profundamente la opinión pública, generando un miedo que se aleja completamente de la realidad de los avances tecnológicos actuales. Además, el debate público ha estado influenciado por narrativas que priorizan alternativas menos controvertidas, que no necesariamente más eficientes, y que siguen alimentando una problemática “irresoluble” que se termina convirtiendo en un negocio en sí misma.

Sin embargo, con el análisis que he desarrollado en este trabajo queda en evidencia que las centrales nucleares de cuarta generación tienen el potencial de superar estas barreras. Su capacidad para generar energía de manera limpia, segura y a gran escala las posiciona como una herramienta clave en la transición hacia un sistema energético sostenible. Además, al garantizar un suministro estable y asequible, estas centrales pueden impulsar el crecimiento económico y facilitar proyectos medioambientales que antes parecían inviables.

Finalmente, este trabajo ha dejado claro que el verdadero reto no radica en las limitaciones tecnológicas de la energía nuclear, sino en la necesidad de un cambio de percepción. Superar prejuicios y temores infundados es esencial para que la sociedad pueda aprovechar plenamente los beneficios que esta tecnología tiene para ofrecer. La clave está en combinar un diálogo honesto y basado en evidencias con una política energética que fomente la innovación y la implementación de soluciones realmente sostenibles.

## Bibliografía

---

- Calzada, G. (8 de Junio de 2008). *Libertad Digital*. Obtenido de A Pinocho no le gustan las nucleares: <https://www.libertaddigital.com/opinion/gabriel-calzada/a-pinocho-no-le-gustan-las-nucleares-43950.html>
- Calzada, G. (23 de 5 de 2010). *Libertad Digital*. Obtenido de ¡Por fin el clima está cambiando!: <https://www.libertaddigital.com/opinion/2010-05-23/gabriel-calzada-por-fin-el-clima-esta-cambiando-5120048/>
- HuffPost, R. (20 de 11 de 2024). *HUFFPOST*. Obtenido de Un físico propone llenar las islas Canarias de reactores nucleares : <https://www.huffingtonpost.es/sociedad/un-fisico-propone-llenar-islas-canarias-reactores-nuclearesbr.html>
- Nuclear, A. -A. (2002). Obtenido de <https://www.oecd-nea.org/>: [https://www.oecd-nea.org/upload/docs/application/pdf/2020-08/nuclear\\_energy\\_from\\_the\\_perspective\\_of\\_sustainable\\_developmentsspanish.pdf](https://www.oecd-nea.org/upload/docs/application/pdf/2020-08/nuclear_energy_from_the_perspective_of_sustainable_developmentsspanish.pdf)
- Uriarte, A. (17 de Mayo de 2009). *c02*. Obtenido de Centralismo nuclear: <https://antonuriarte.blogspot.com/2009/05/centralismo-nuclear.html>
- Uriarte, A. (18 de Mayo de 2010). *co2*. Obtenido de Rico uranio enriquecido: <https://antonuriarte.blogspot.com/2010/05/rico-uranio-enriquecido.html>