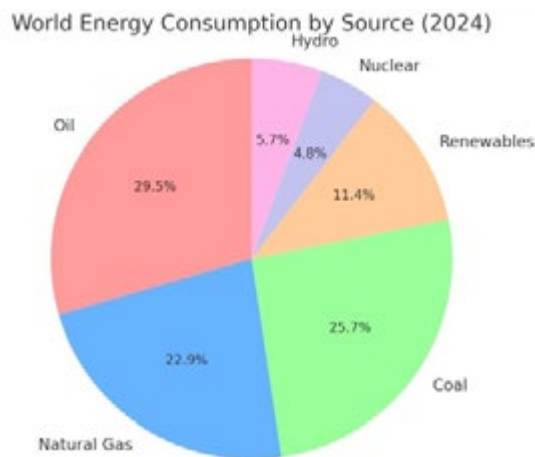


Nota 7. Diciembre 2025  
Por Pablo González

## El nuevo orden mundial y la energía nuclear

### Datos generales sobre energía y algunas conclusiones sorprendentes

En el gráfico siguiente puede verse la distribución del consumo mundial de energía por fuente primaria de origen.



Fuente: Sachin Jain

Se calcula que en 2023 el consumo total de energía en el mundo fue de 620 exajulios (EJ), una cifra que da idea de la magnitud del sistema energético global (fuente: [MSCI Institute](#)). Para quienes deseen profundizar, [esta](#) es una herramienta útil que convierte unidades de energía y ayuda a comprender mejor sus equivalencias.

A primera vista, el gráfico revela algo esencial: **no toda la energía que producimos se consume realmente**. Conviene distinguir entre la energía potencial de las fuentes primarias (petróleo, carbón, gas, sol, viento, etc.) y la energía final que llega al usuario. Entre ambas se producen pérdidas considerables durante los procesos de generación, transporte y almacenamiento.

Las energías fósiles —petróleo, carbón y gas natural— representan todavía el 78,1 % del total de la energía primaria mundial. Es decir, estamos muy lejos de un escenario en el que estas fuentes sean marginales. **Por grande que sea el avance de los vehículos eléctricos o de las energías renovables, pensar en abandonar pronto los combustibles fósiles es, hoy por hoy, una quimera.**



Naturalmente, la composición del *mix* energético varía entre países, pero la **media mundial es la que determina el impacto climático global**, no las políticas aisladas de un país o región, por bien intencionadas —o equivocadas— que sean.

## La energía nuclear: menos del 5 % del total

Aproximadamente el 40 % de la energía primaria mundial se destina a la producción de electricidad. No obstante, como una parte importante de esa energía se pierde antes de llegar al usuario final, sobre todo cuando la electricidad procede de fuentes fósiles, la energía que se consume en forma de electricidad es de unos 108 exajulios.

En concreto, el 76 % de la electricidad mundial se genera a partir de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón). Dicho de otro modo: consumir electricidad sigue siendo, en buena medida, consumir combustibles fósiles. (Si se tiene esto en cuenta, el coche eléctrico ya no parece tan eficaz para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, ¿verdad?).

Algunos datos ayudan a dimensionar el problema:

- Desde la fuente primaria fósil hasta el enchufe del usuario, la electricidad pierde aproximadamente un 66 % de la energía inicial. No es una errata: para consumir 1 kWh de electricidad producida a partir de fuentes fósiles, es necesario gastar 3 kWh de energía primaria.
- Los países del Sur Global —denominación que en buena medida coincide con los BRICS— consumen el 56 % de la energía mundial. Sin un acuerdo con ellos, ninguna transición energética global será posible.

En resumen:

1. «Electrificarlo todo» está lejos de ser sencillo.
2. Abandonar las energías fósiles tampoco lo es.
3. Será necesario invertir de forma masiva en nuevas fuentes de energía primaria.
4. Y sin un entendimiento con los BRICS, los esfuerzos de Occidente servirán de poco.

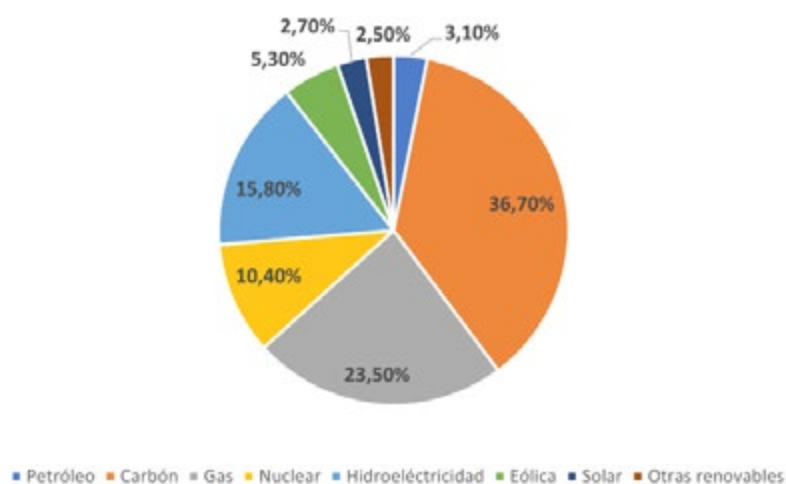
Presentadas las conclusiones, paso a desarrollarlas. Como siempre, aclaro que no pretendo elaborar una tesis doctoral, sino ofrecer una visión comprensible de las magnitudes, por lo que usaré números aproximados y me permitiré cierta flexibilidad con las cifras.



## Energía eléctrica

El gráfico siguiente muestra la contribución de cada fuente primaria a la generación mundial de electricidad.

Generación de electricidad en el mundo por fuente  
2019

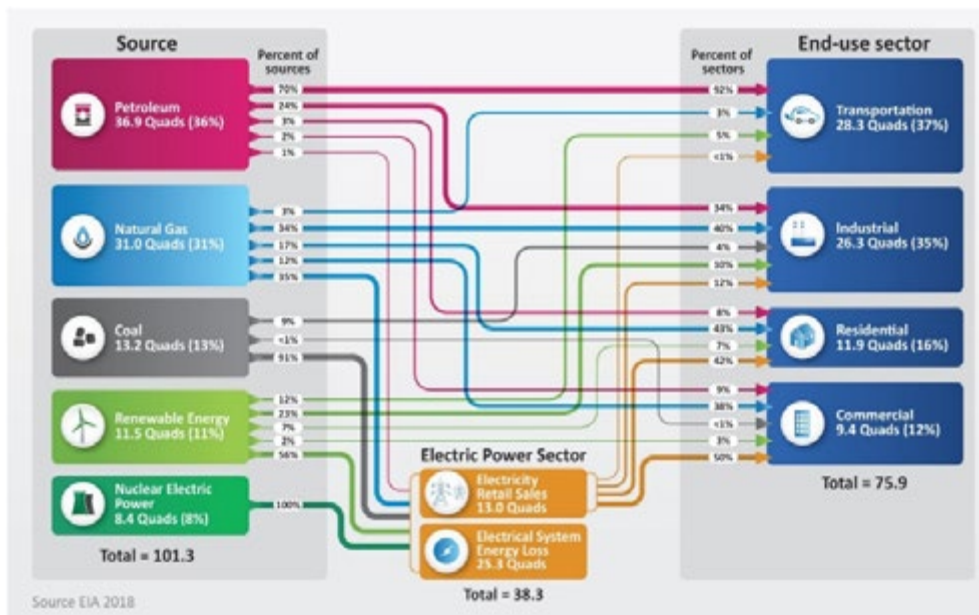


Fuente: Fynsa.

La electricidad representa aproximadamente 108 exajulios (EJ) de consumo final. Ahora bien, ese dato esconde una trampa: **producir electricidad implica grandes pérdidas energéticas**. Cuando la generación procede de fuentes fósiles, las pérdidas medias rondan el 66 % desde la extracción hasta el consumo final. Dicho de otro modo, **por cada unidad de electricidad que llega al usuario, se han perdido dos en el camino**. Si la fuente es nuclear o renovable, las pérdidas son mucho menores, pero aún significativas.



El siguiente gráfico, aunque referido a Estados Unidos, resulta muy ilustrativo.



Fuente: Enerdynamics.

El Quad es otra unidad empleada para medir grandes volúmenes de energía. Procede de *quadrillion BTU (British Thermal Units)* y equivale a unos 1,055 EJ.

El gráfico permite extraer tres conclusiones que resultan fundamentales:

1. De cada 101,3 Quads de energía primaria, solo 75,9 llegan realmente al usuario final. En otras palabras, se pierde aproximadamente una cuarta parte del total.
2. Cuando la energía primaria fósil se transforma en electricidad, las pérdidas alcanzan el 66%.
3. Cuando el petróleo se utiliza directamente —por ejemplo, en forma de gasolina o diésel— las pérdidas son casi nulas.

Esto significa que **producir nueva energía eléctrica requiere más del doble de energía primaria**. Es cierto que parte de la electricidad mundial procede de fuentes no fósiles —con menores pérdidas—, por lo que no es necesario triplicar la producción primaria, pero sí aumentarla de forma drástica.



Por tanto, **electrificar el transporte** implica una **expansión colosal de la infraestructura energética primaria:**

- o bien más extracción de combustibles fósiles,
- o bien más inversión en renovables, que también demandan más minería (para fabricar placas solares, aerogeneradores y baterías),
- o bien una reactivación decidida de la energía nuclear.

En cualquier caso, nada de esto parece tan «ecológico» ni tan sencillo como repiten los discursos oficiales.

## Energía en el transporte

El transporte es, con diferencia, el mayor consumidor de petróleo del planeta: alrededor del 45 % del total. La mayor parte de ese porcentaje se destina a gasolina y diésel. En 2022 el mundo consumía unos 100 millones de barriles de petróleo diarios, de los cuales una fracción sustancial alimentaba el transporte por carretera (la fuente de estos datos es una consulta personal a Copilot).

Si el petróleo representa el 29,5 % de la energía mundial (según el primer gráfico de este documento) y el transporte consume el 45 % de ese volumen, se deduce que el 13,3 % de toda la energía consumida en el mundo proviene del petróleo usado en transporte.

Ahora bien, sustituir ese 13,3 % por electricidad —como pretende la transición hacia el vehículo eléctrico— no es tarea menor. Las pérdidas de conversión y distribución eléctrica, del orden del 66 %, implican que para igualar ese consumo habría que invertir ese 13,3 % en generar electricidad equivalente y, además, producir un 26,6 % más con fuentes primarias destinadas a tal fin.

La conclusión es rotunda: una transición completa al vehículo eléctrico requeriría una expansión monumental del sistema energético mundial que duplicara, o casi, la capacidad de generación, las infraestructuras de transporte y almacenamiento eléctrico, y los costes de seguridad ante apagones. (Escribo duplicar en lugar de triplicar porque parte de la electricidad se genera con fuentes no fósiles y porque empleo números aproximados, suficientes para exponer la magnitud del problema sin pretender una precisión académica).

No hace falta ir muy lejos para entender los riesgos: el apagón total que sufrió España el 25 de abril de 2025 es un recordatorio de lo que ocurre cuando la infraestructura eléctrica no acompaña el entusiasmo político.

Con todo, aunque lográsemos producir toda esa nueva electricidad, más de la mitad de la energía primaria seguiría teniendo origen fósil. Nada que ver con la imagen idílica de una transición «verde» que los medios y los políticos insisten en vendernos.



## La energía nuclear

Una vez presentada una visión general del problema energético, conviene detenerse en la energía nuclear, una de las fuentes más polémicas y, a la vez, peor comprendidas. Aunque no es tarea sencilla, intentaré mantenerme al margen de los planteamientos ideológicos, pues en esta cuestión las posiciones suelen estar determinadas más por inclinaciones políticas o condicionamientos mediáticos que por análisis técnicos. Solo pretendo, por tanto, examinar la cuestión con frialdad y datos, no con consignas.

## Todo es energía nuclear

Conviene recordar una verdad elemental que suele pasarse por alto: **casi toda la energía que ha usado la humanidad —también las llamadas «renovables»— tiene origen nuclear.** El sol es una gigantesca central nuclear, y gracias a él existen el petróleo, el gas y el carbón. La radiación solar permitió el desarrollo de la vegetación que, tras millones de años, se transformó en combustibles fósiles. Del mismo modo, la energía solar directa y la eólica dependen también del sol: los paneles fotovoltaicos no funcionarían sin él, y los vientos son consecuencia de los gradientes de temperatura que provoca su radiación sobre la atmósfera. Paradójicamente, nadie parece inquietarse por la existencia de esa inmensa central nuclear que nos alumbraba cada día ni por la gestión de sus residuos. En cambio, la mera mención de una central en la Tierra suele provocar alarma.

## ¿Qué produce realmente la energía nuclear?

La mayor parte de la energía nuclear se destina a generar electricidad. Existen excepciones, como los submarinos nucleares, en los que la energía del reactor se emplea directamente para mover las hélices mediante sistemas turbomecánicos, es decir, usando vapor a presión, pero en la práctica, casi toda la producción nuclear global se canaliza hacia centrales que transforman el calor en electricidad mediante turbinas.

De ahí se deduce que la **energía nuclear contribuye fundamentalmente a la oferta eléctrica mundial.** Si la llamada «transición energética» consiste en electrificar sectores que hoy dependen del petróleo —como el transporte—, será necesario multiplicar la producción eléctrica.

Ahora bien, también aquí hay pérdidas importantes: desde la fuente primaria (uranio o plutonio) hasta la electricidad útil se pierde alrededor del 66 % de la energía total, a lo que hay que sumar las pérdidas que ocurren durante el transporte y almacenamiento. No obstante, desde el punto de vista técnico, estas pérdidas no son críticas si el combustible es abundante y barato. Lo relevante es el coste final del kilovatio-hora producido, lo cual plantea la primera pregunta clave: ¿dispone cada país de acceso garantizado y asequible a uranio o plutonio?



Si la respuesta es afirmativa, la energía nuclear sigue siendo una opción viable. Si no lo es, deja de serlo, por mucho que lo sea en teoría.

En caso afirmativo, todavía habría que analizar otros tres factores:

- los riesgos operativos,
- la gestión de los residuos, y
- la comparación de costes frente a otras fuentes de generación eléctrica.

Lo interesante es que todas estas respuestas son locales: dependen de la geografía, la disponibilidad de combustible y la estructura energética de cada país.

## Capacidad de producción y reservas disponibles

Según los datos actuales, las reservas mundiales conocidas de uranio ascienden a unos 7,9 millones de toneladas. A primera vista, parece una cifra holgada. Sin embargo, con la tecnología actual, esas reservas solo bastarían para abastecer el consumo eléctrico mundial durante 11 o 12 años si toda la electricidad se generara con energía nuclear. Dicho así, no parece tanto: es menos que la vida útil de una central nuclear, que suele rondar los 40 o 50 años.

Por fortuna, no todos los países producirán toda su electricidad mediante reactores nucleares. En el escenario actual, donde la energía nuclear representa algo más del 10 % de la electricidad global, el combustible disponible sería suficiente para unos 100 a 120 años. Eso permite mantener el nivel actual de producción e incluso incrementarlo moderadamente.

Además, podrían descubrirse nuevos yacimientos, o desarrollarse tecnologías más eficientes —como los reactores de torio o los de cuarta generación— que prolongasen mucho la duración del suministro. Pero, por ahora, eso pertenece más al terreno de la hipótesis que al de la realidad comprobada.

En resumen, hay combustible suficiente para mantener las centrales actuales e incluso duplicar su número pero no mucho más allá de eso —salvo avances tecnológicos o nuevos descubrimientos—, y siempre condicionado al acceso económico y político al uranio.

## Distribución geográfica de las centrales

La distribución mundial de centrales nucleares refleja el poder tecnológico y económico de cada bloque. Según los datos más recientes, el reparto es el siguiente (número de centrales, no de reactores):



<b>País</b>	<b>Número de centrales nucleares</b>
Estados Unidos	59
Francia	19
China	14
Japón	14
Rusia	12
India	7
España	5
Corea del Sur	4
Canadá	3
Suecia	3
Suiza	3
Ucrania	3
Reino Unido	3
Argentina	2
Bélgica	2
República Checa	2
Finlandia	2
Pakistán	2
Eslovaquia	2

Y tienen una sola central Armenia, Bielorrusia, Brasil, Bulgaria, Hungría, Irán, México, Países Bajos, Rumanía, Eslovenia, Sudáfrica, Taiwán y Emiratos Árabes Unidos.



## Reservas y geopolítica

Si el mundo, como parece, se encamina hacia una división en dos bloques —Occidente y BRICS—, conviene analizar dónde se encuentran las reservas de uranio económicamente explotables:

- Australia concentra aproximadamente el 28 % de las reservas mundiales conocidas.
- Canadá, el 10 %.
- Estados Unidos, apenas el 1 %.
- Otros países occidentales, como España, poseen cantidades modestas (unas 4.650 toneladas), mientras que Groenlandia podría albergar depósitos significativos aún sin explorar. No es descabellado pensar que las disputas geopolíticas recientes sobre Groenlandia tengan algo que ver con esto.

A la vista de esta distribución, ambos bloques disponen de acceso potencial a reservas suficientes para sostener su propio suministro nuclear. Es decir, el uranio está razonablemente repartido, lo que reduce el riesgo de dependencia extrema de un solo productor.

## Enfoque por costes

Otra manera de abordar el debate sobre la energía nuclear es a través de los costes de generación en comparación con los de otras fuentes. El método de referencia internacional para evaluar esto se denomina LCOE (Levelized Cost of Electricity) o coste nivelado de electricidad. Este indicador mide el coste medio de producción de un megavatio-hora (MWh) a lo largo del ciclo de vida de una planta, teniendo en cuenta la inversión inicial, la operación, el mantenimiento, el combustible y la financiación.

El coste de capital es el factor más determinante —representa entre el 60 y el 80 % del total— y explica por qué los costes varían tanto entre países en función de las condiciones financieras, regulatorias, impositivas o laborales de cada uno.

Según los datos disponibles, el LCOE de las centrales nucleares existentes se sitúa entre 30 y 100 USD/MWh, mientras que el de nuevas centrales prácticamente se duplica debido a los sobrecostes regulatorios y a la financiación de infraestructuras más complejas.



## Comparativa internacional aproximada

Fuente de energía	LCOE medio global (USD/MWh)	Rango típico (USD/MWh)	Notas clave
<b>Solar fotovoltaica</b>	43	30-78	Actualmente la más barata para nuevas instalaciones, gracias a la caída del coste de los paneles.
<b>Hidroeléctrica</b>	57	40-100	Competitiva en regiones con abundantes recursos hídricos; cara para grandes represas nuevas.
<b>Gas natural (ciclo combinado)</b>	60	40-110	Barato donde hay gas abundante (EE. UU., Oriente Medio), pero expuesto a la volatilidad de precios.
<b>Geotérmica</b>	66	50-110	Estable y continua, aunque limitada geográficamente.
<b>Carbón</b>	120	70-170	Cada vez menos competitivo por las restricciones ambientales y los costes de carbono no incluidos.

Estas cifras son promedios globales y varían mucho por país debido a impuestos, subsidios, regulación y disponibilidad de recursos. Además, no incluyen los costes externos de las emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que en realidad encarece aún más las energías fósiles. En consecuencia, las centrales nucleares existentes son competitivas frente a casi todas las fuentes, especialmente frente al carbón y al gas, aunque las nuevas centrales solo serían económicamente viables en contextos muy específicos o como sustitutas del carbón.

## Enfoque por accidentes y seguridad

El debate público sobre la energía nuclear suele centrarse en los riesgos. Sin embargo, los datos muestran una realidad opuesta a la intuición colectiva. A partir de registros históricos de accidentes y contaminación asociados a la producción de electricidad, la tasa de muertes por teravatio-hora (TWh) es la siguiente:



Fuente de energía	Muertes por TWh (accidentes + contaminación)
Carbón	24,6
Petróleo	18,4
Gas natural	2,8
Biomasa	4,6
Hidroeléctrica	1,3
Nuclear	0,03
Solar	0,02
Eólica	0,04

Las cifras son claras: las energías fósiles son con diferencia las más mortales, tanto por accidentes como por efectos contaminantes. Incluso la hidroeléctrica —a menudo considerada «limpia»— presenta un riesgo mayor que la nuclear. La diferencia es que los accidentes nucleares son muy pocos, pero extremadamente notorios, mientras que los provocados por otras fuentes son frecuentes, aunque de menor impacto individual. En términos estadísticos, la nuclear es una de las fuentes más seguras que existen.

## Radioactividad: percepción y realidad

El miedo a la radioactividad suele estar muy por encima de su riesgo real. El «fondo natural» de radiación terrestre promedio es de 2,4 milisieverts al año (mSv/año). Vivir junto a una central nuclear aumenta esa exposición en 0,001 mSv/año, y hacerlo cerca de un almacén de residuos la eleva apenas en 0,01 mSv/año.

Para ponerlo en contexto:

- Un TAC abdominal implica una dosis de 10 mSv por prueba.
- Comer 100 plátanos al año (debido al potasio que contienen) supone 0,01 mSv, exactamente igual que vivir junto a un depósito de residuos nucleares.

En resumen, el riesgo radiológico asociado a las centrales nucleares es prácticamente irrelevante.



## Conclusiones

Al comienzo de esta nota expuse mis conclusiones generales sobre la energía; ahora resumo las referidas a la energía nuclear:

1. **Peso actual:** representa aproximadamente el 5 % de la energía total producida y el 10 % de la electricidad mundial.
2. **Disponibilidad de combustible:** existen reservas de uranio suficientes para mantener las centrales actuales entre 100 y 120 años, casi el doble de su vida útil.
3. **Potencial de expansión:** sería viable duplicar el número actual de centrales, pero no mucho más; una expansión masiva está descartada por falta de combustible.
4. **Costes:** las centrales en funcionamiento son competitivas frente a las renovables y mucho más que el carbón; las nuevas centrales solo lo serían en escenarios concretos.
5. **Seguridad:** contra la percepción común, la energía nuclear es una de las más seguras del mundo, con tasas de mortalidad incluso inferiores a las de las renovables.
6. **Radioactividad:** la exposición adicional es insignificante en comparación con la radiación natural o con pruebas médicas rutinarias.
7. **Geopolítica:** las reservas de uranio están razonablemente distribuidas entre Occidente y los BRICS, por lo que ningún bloque depende por completo del otro.
8. **Estrategia nacional:** los países sin acceso fácil a gas o hidrocarburos deberían considerar la energía nuclear como parte esencial de su mix energético.

## Dos comentarios finales

Primero: todo lo expuesto se refiere a la energía nuclear de fisión, la única actualmente comercializable. La fusión nuclear, aunque aún experimental, podría transformar el panorama: combustible prácticamente ilimitado, nulos riesgos de contaminación y una eficiencia sin precedentes. Es, sin duda, una línea de investigación que merece todos los esfuerzos posibles.

Segundo: la energía más limpia y barata es la que no se consume. No se trata de vivir peor, sino de usar la energía con inteligencia. Una vivienda bien aislada reduce la necesidad de climatización; y resulta absurdo gastar energía para mover un coche de 1.500 kg cuando solo se pretende transportar a una persona de menos de 100 kg. En esos casos, un vehículo pequeño, una moto o un patinete eléctrico son opciones mucho más racionales.



## Lecturas recomendadas

De entre todo lo que he consultado para esta nota, recomiendo **este texto**, que detalla la estrategia energética de China, un país que avanza con pragmatismo hacia su independencia energética.

\*\*\*\*\*

Como siempre, agradezco que envíes tus comentarios y opiniones a [pgonzalez@iez.org](mailto:pgonzalez@iez.org)

También puedes ver todo lo que escribo en mi sitio web <https://pablogonzalez.org/>

**Muchas gracias por leerme.**

Pablo González

