









Imprimir

El consumo mundial de energía primaria ronda los 160.000 a 170.000 teravattios-hora (TWh) anuales. Los combustibles fósiles representan cerca del 80% de la matriz. El desglose estimado por fuente (aplicando el método de sustitución para equiparar la energía verde con la producción térmica) para el año 2024 es el que sigue[i]:

Consumo mundial de energía primaria por fuente

| Fuente de energía | Consumo (TWh) | Participación  |
|--|--------------------|---|
|  Petróleo | 50.000 | 29,9 % |
|  Carbón | 45.000 | 26,9 % |
|  Gas natural | 35.000 | 21,0 % |
|  Hidroeléctrica | 10.000 | 6,0 % |
|  Energía nuclear | 7.000 | 4,2 % |
|  Eólica y solar | 5.000 | 3,0 % |
|  Biomasa y otras renovables | 15.000 | 9,0 % |
| TOTAL MUNDIAL | 167.000 TWh | 100 % |

El ser humano comenzó a dominar el fuego y la biomasa hace entre 1 y 1,8 millones de años, durante el Paleolítico Inferior, cuando antepasados como el *Homo erectus* aprendieron a conservar, transportar y utilizar el fuego para cocinar, calentarse, protegerse y transformar su entorno. Este fue el primer gran salto energético de la humanidad, al permitir el aprovechamiento de una fuente externa de energía.

Aunque hoy se habla con frecuencia de una transición energética “acelerada”, la historia demuestra que ninguna gran transición energética ha ocurrido de manera rápida. De hecho, más que una sustitución completa de unas fuentes por otras, lo que ha caracterizado la evolución de los sistemas energéticos ha sido la incorporación gradual de nuevas fuentes que conviven durante largos períodos con las ya existentes. Por ello, desde una perspectiva

histórica y técnica, resulta más preciso hablar de un proceso de diversificación de la matriz energética que de una transición entendida como el reemplazo total de unas fuentes por otras.

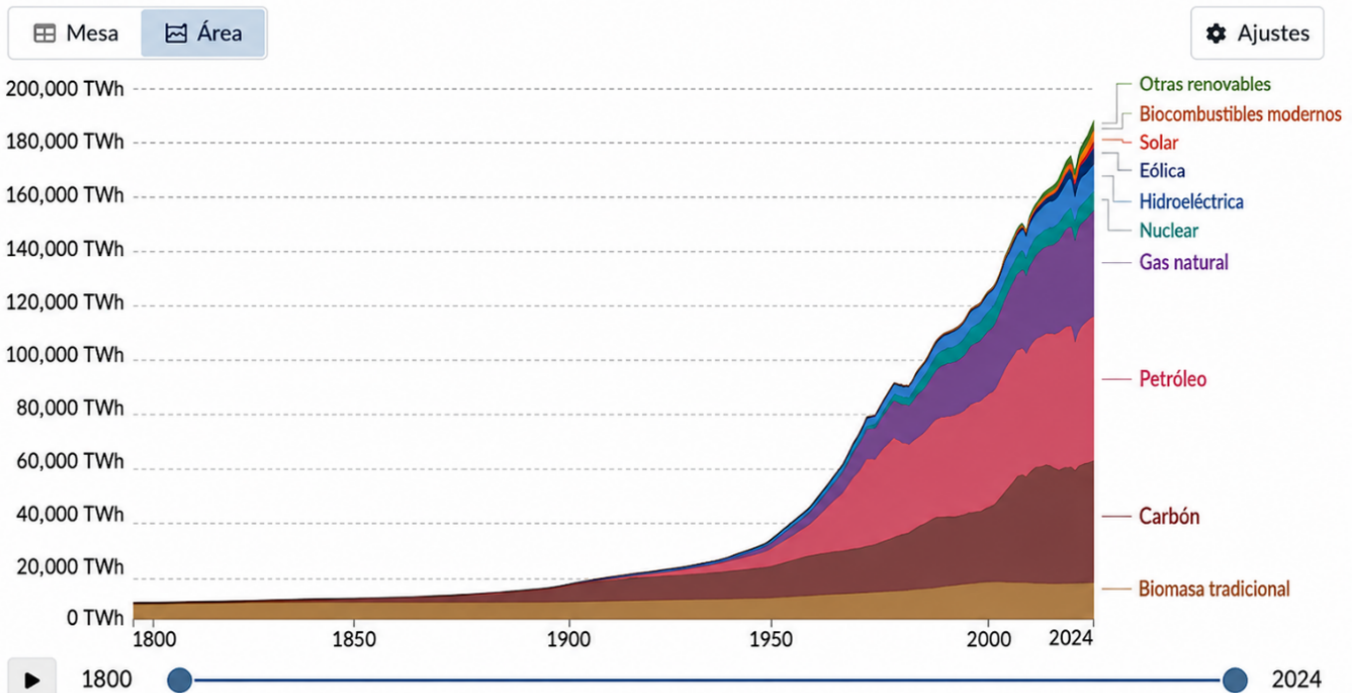
Hoy la biomasa, como se aprecia en el cuadro anterior, aporta aproximadamente el 9 % de la energía primaria consumida en el mundo. En Colombia se estima que alrededor de 1,6 millones de hogares, equivalentes a unos 5,4 millones de personas, utilizan leña, carbón vegetal o residuos vegetales para cocinar. De ellos, más de 1,2 millones de hogares emplean la leña como su combustible principal y permanente[ii].

Consumo mundial de energía primaria por fuente

La energía primaria se basa en el método de sustitución y se mide en teravatios-hora.

Our World in Data

Ajustes



Fuente de datos: Instituto de Energía - Revisión estadística de la energía mundial (2025); Smil (2017) – [Obtenga más información sobre estos datos.](#)

Nota: Ante la falta de datos más recientes, se supone que la biomasa tradicional se ha mantenido constante desde 2015.

OurWorldInData.org/energy | CC BY



Como se observa en el gráfico, el paso de la leña al carbón y, posteriormente, del carbón al petróleo tomó entre 50 y 100 años. Durante ese prolongado proceso, las nuevas fuentes de

energía no sustituyeron de inmediato a las tradicionales, sino que coexistieron con ellas durante varias décadas. Por ello, numerosos analistas sostienen que la transición energética actual también será un proceso prolongado, caracterizado por la convivencia de múltiples fuentes de energía antes de que las tecnologías de bajas emisiones puedan alcanzar un predominio significativo.

Si se observa la evolución histórica de la matriz energética, resulta evidente que las nuevas fuentes no han sustituido completamente a las anteriores. De hecho, la leña, que fue la primera fuente externa de energía dominada por el ser humano hace más de un millón de años, sigue utilizándose ampliamente en la actualidad.

Estos hechos muestran que las transiciones energéticas no consisten en la desaparición inmediata de una fuente de energía para ser reemplazada por otra, sino en la incorporación gradual de nuevas tecnologías que, durante largos períodos, conviven con las existentes. Después de aproximadamente cinco décadas de grandes inversiones orientadas a impulsar la transición energética hacia las renovables (eólica y solar fotovoltaica), los combustibles fósiles continúan aportando cerca del 80 % de la energía primaria mundial. En contraste, la energía solar y la eólica representan apenas el 3 % del consumo energético global, una participación todavía reducida e incluso muy inferior a la de la biomasa, que, como vimos, sigue suministrando alrededor del 9 % de la energía utilizada por la humanidad, a pesar de tratarse de la primera fuente energética dominada por nuestros antepasados hace más de un millón de años.










La evolución histórica de la matriz energética demuestra que el desarrollo de la civilización no ha dependido de sustituir unas fuentes por otras, sino de incorporar nuevas fuentes que amplían la disponibilidad total de energía y conviven con las precedentes. Esta coexistencia responde a que cada fuente posee ventajas específicas en términos de densidad energética, costos, disponibilidad, almacenamiento y aplicaciones industriales.

Algunos analistas sostienen que una eliminación acelerada de los combustibles fósiles, sin disponer previamente de fuentes de energía capaces de igualar o superar su densidad


energética, confiabilidad y capacidad para sostener la producción industrial, el transporte, la agricultura y la fabricación de fertilizantes, podría desencadenar una crisis sistémica de enormes proporciones. Desde esta perspectiva, sustituir los combustibles fósiles por fuentes de menor densidad de flujo energético, como la energía eólica y la solar fotovoltaica, reduciría de manera significativa la disponibilidad de energía útil para la economía. Ello se traduciría en una caída de la productividad, una profunda contracción de la actividad económica mundial y un deterioro de la capacidad para producir alimentos, bienes y servicios esenciales que sostienen el nivel de vida de la población. Los escenarios planteados por algunos autores advierten que un proceso de esta naturaleza podría desembocar en un colapso demográfico sin precedentes, reduciendo la población mundial de más de 8.000 millones de habitantes a cerca de 2.000 millones. De materializarse un escenario de esa magnitud, la humanidad enfrentaría la mayor catástrofe humanitaria de su historia conocida.

La energía nuclear es la energía del futuro


La única fuente de energía que, por sus características, podría garantizar una mayor densidad de flujo energético, con efectos favorables sobre la productividad del trabajo y la capacidad de sostener una población más numerosa con mejores niveles de bienestar, es la energía nuclear. Además, es la única tecnología capaz de satisfacer de manera simultánea el denominado trilema energético: seguridad del suministro, asequibilidad mediante bajos costos y sostenibilidad ambiental. Como se observa en el cuadro siguiente, ninguna otra fuente energética reúne estas tres condiciones con el mismo nivel de desempeño.

| DENSIDAD DE FLUJO ENERGÉTICO DE DISTINTAS FUENTES DE ENERGÍA (2025)  | | |
|---|---|--|
| FUENTE DE ENERGÍA | DENSIDAD DE FLUJO ENERGÉTICO (kW/m ²) | CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES |
|  Biomasa | ~0,0001 | Densidad energética extremadamente baja. Requiere grandes extensiones de tierra y presenta una baja capacidad para sostener economías industrializadas. |
|  Energía solar fotovoltaica | 0,0001 – 2 | Muy baja densidad de flujo energético debido a la intermitencia de la radiación solar y a la necesidad de grandes superficies para su aprovechamiento. |
|  Energía eólica | 0,5 – 1,5 | Baja densidad de flujo energético. Su generación depende de la disponibilidad del viento y requiere extensas áreas terrestres o marinas. |
|  Hidrógeno verde (electrólisis) | 5 – 50 | No constituye una fuente primaria de energía, sino un vector energético. Su producción implica pérdidas importantes de eficiencia. |
|  Combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) | ≈10.000 | Alta densidad de flujo energético. Continúan suministrando cerca del 80 % de la energía primaria mundial. |
|  Baterías de estado sólido (almacenamiento) | 300 – 500 | Tecnología de almacenamiento con mayor densidad energética que las baterías convencionales de ion-litio, aunque no es una fuente de generación de energía. |
|  Energía nuclear (fisión) | ≈70.000 | La mayor densidad de flujo energético entre las tecnologías comerciales. Los reactores avanzados (SMR y Generación IV) prometen mejoras adicionales en eficiencia y seguridad. |
|  Fusión nuclear (desarrollo experimental) | 70.000 – 2.000.000* | Los proyectos experimentales, como ITER y SPARC, buscan alcanzar densidades de flujo energético muy superiores a las de la fisión, aunque aún no existe explotación comercial. |

* Las cifras corresponden a estimaciones teóricas y a objetivos tecnológicos de proyectos experimentales, no a instalaciones comerciales.



La densidad de flujo energético constituye un criterio fundamental para evaluar el potencial económico de una fuente de energía. En términos generales, **cuanto mayor es la densidad de flujo energético, menor es la cantidad de infraestructura, materiales y superficie requerida** para generar una determinada cantidad de energía, lo que tiende a traducirse en **menores costos sistémicos y mayores niveles de productividad del trabajo**. Como puede observarse en el cuadro, la **energía solar fotovoltaica y la eólica presentan densidades de flujo energético significativamente inferiores** a las de los combustibles fósiles y, especialmente, a la **energía nuclear**, lo que explica las limitaciones que enfrentan para sustituir por sí solas las fuentes convencionales en economías altamente industrializadas.



En el cuadro[iii] se muestra la densidad de flujo energético de las principales fuentes de energía, es decir, la cantidad de energía que una fuente puede producir por unidad de superficie o volumen en un tiempo determinado. Cuanto mayor es la densidad de flujo energético, menor es el espacio, la infraestructura y los materiales necesarios para generar una determinada cantidad de energía.

En este indicador, los combustibles fósiles y, especialmente, la energía nuclear superan ampliamente a las fuentes renovables de baja densidad como la solar y la eólica. Mientras estas últimas requieren grandes extensiones de terreno y sistemas de respaldo debido a su intermitencia, la energía nuclear de fisión alcanza una densidad de flujo energético cercana a los 70.000 kW/m², varias órdenes de magnitud superior a la de las tecnologías renovables más difundidas. Por ello, desde una perspectiva física e ingenieril, la única fuente de energía

actualmente disponible que combina bajas emisiones de carbono con una densidad energética suficiente para sustituir de manera masiva a los combustibles fósiles es la energía nuclear.

Aún más prometedor resulta el horizonte de la fusión nuclear, que podría alcanzar densidades de flujo energético de hasta 2 millones de kW/m², muy superiores a cualquier otra fuente conocida. Su combustible principal, el deuterio, se encuentra en enormes cantidades en el agua de mar, lo que convierte a los océanos en una reserva energética prácticamente inagotable para millones de años. En el futuro, si se logra desarrollar comercialmente la fusión basada en helio-3^[iv], su extraordinaria eficiencia energética podría ampliar todavía más ese potencial, consolidando a la fusión como la fuente de energía de mayor densidad, mayor disponibilidad y menor impacto ambiental que la humanidad haya conocido.

[i] Energy Institute, KPMG & Kearney. (2024). *Statistical Review of World Energy 2024*.

[ii]
<https://www.bmcbec.com.co/publicaciones/posts/noticias/noticias/en-2050-ningun-hogar-de-columbia-cocinaria-con-lena-o-carbon>

[iii] Fuente: Elaboración propia con base en *Energy Institute, Statistical Review of World Energy 2024* e *International Energy Agency (IEA), World Energy Balances Highlights* (datos de energía primaria mundial correspondientes a 2023).

[iv] El helio-3 (³He) es un isótopo extremadamente escaso en la Tierra, ya que el viento solar que lo transporta es bloqueado en gran medida por la atmósfera y el campo magnético terrestre. En cambio, la superficie de la Luna, al carecer de una atmósfera significativa y de una magnetosfera global, ha acumulado durante miles de millones de años importantes depósitos de este isótopo implantado por el viento solar. El helio-3 ha despertado un renovado interés científico y geopolítico porque es un combustible de gran valor para futuros reactores de fusión nuclear, razón por la cual diversos programas espaciales consideran la

exploración y eventual explotación de los recursos lunares como uno de los principales incentivos para el regreso del ser humano a la Luna. De manera figurada, podría decirse que el Sol ha ido depositando este recurso en la superficie lunar durante eones, a la espera de que una civilización tecnológicamente capaz pudiera aprovecharlo.

Carlos Julio Diaz Lotero

Foto tomada de: Foro Nuclear