# ENERGÍAS RENOVABLES (exposición de 40-45 minutos)

Luis Pardillo Vela 8 de junio de 2023

**Se denomina fuente de energía o energía primaria** a cualquiera de los recursos existentes en la naturaleza con los que el ser humano puede obtener la energía que necesite para cualquiera de sus actividades. Las fuentes de energía se clasifican en dos grandes grupos: renovables y no renovables.

Se dice que **una energía es no renovable** cuando se refiere a aquellas fuentes de energía que se encuentran en la naturaleza en una cantidad **limitada** y una vez consumidas, no pueden sustituirse, sus casos más representativos son el carbón, el petróleo y el gas natural. Por el contrario, **una energía es renovable** cuando su fuente de energía se basa en la utilización de recursos naturales inagotables, como el sol, el viento, el agua o la biomasa, en definitiva, no utilizan combustibles fósiles, sino recursos naturales capaces de renovarse ilimitadamente.

Las renovables además de ser energías inagotables, su uso no produce emisión de $CO_2$, gas de efecto invernadero y causa principal del cambio climático, ni otros gases contaminantes, por lo que su impacto ambiental es nulo o escaso, y lo de escaso hace referencia a que pueden tener cierto impacto visual o de ocupación de terreno, como sería el de un gran terreno lleno de aerogeneradores o placas solares. Pero también hay que indicar que la biomasa o los biocombustibles (biogás o biodiesel) son energías renovables pero que si producen $CO_2$ en su combustión para obtener energía.

Aquí vamos solo vamos a tratar solo de las energías renovables, pero antes veamos una estadística de la proporción del consumo a nivel mundial, europeo y en España, de las distintas energías en el año **2018** (hay que tener en cuenta que puede haber algunas diferencias según las fuentes consultadas)

Los siguientes datos, de 2018, son todos de la misma fuente (https://www.appa.es/)

| *ENERGÍA* | *MUNDIAL* | *EUROPA* | *ESPAÑA* | |
|---|---|---|---|---|
| **No renovables** | **84,5% ↓** | **74,2 ↓** | **74,6↓** | |
| **Renovables:** | **11 % ↑** | **15,5 ↑** | **14,1 ↑** | **pero en 2021 17-20%** (según ≠ fuentes) |
| **Nuclear:** | **4,5 % =** | **10,3 =** | **11,3 =** | |

Pero las que nos interesan en esta charla, las renovables, en España su consumo fue de un 14,1% frente al 15,5% de Europa, pero con una previsión de crecimiento algo superior, tanto respecto a la media mundial como a la media europea, y de hecho, tres años después, en 2021, la renovable en España era ya superior al 20%. Actualmente España está en el Top10 mundial en el uso porcentual de energías renovables respecto al consumo total de energías.

Todas las energías se emplean para **producir tanto electricidad como combustibles para la propulsión de aviones, barcos, automóviles o para el funcionamiento de maquinarias y hornos industriales. Ahora bien, las energías renovables y la nuclear se usan casi exclusivamente para producir electricidad**.

**Si nos fijamos SOLO EN LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD**, en el caso de España, tenemos que en 2021 casi la mitad, el 47%, fue producida por energías renovables, el 32% fue producido por energías no renovables y el 21% fue producido por energía nuclear. **Por cierto**, seguro que algún atento escuchante habrá notado que estoy diferenciando **tres tipos de energía, no renovables, renovables y nuclear**, y ciertamente la energía nuclear generalmente tiene una distinción aparte de las renovables y no renovables, **su porqué lo veremos al final.**

Pues bien, volviendo a la producción de electricidad en España 2021, hemos dicho que el 47% es por energías renovables, y de ellas el 50 % se debe a la eólica, el 24% a la hidráulica, **sí, como ven en España la eólica ya duplica a la hidráulica**, y le sigue con 17% la fotovoltaica, pero subiendo rápidamente. El 9% restante se debe al conjunto de las siguientes energías que nombro ahora (pero no todas están en uso en España o lo están de forma inapreciable):

**Solar termoeléctrica:** usa el calor del Sol para generar electricidad (la solar fotovoltaica usa la luz del Sol)**.**

**Energía mareomotriz**: la energía que se obtiene de las mareas.

**Energía undimotriz**: la energía que se obtiene de las olas.

**Energía geotérmica**: la energía obtenida del calor interior de la Tierra.

**Biomasa y biogás**: energía que se obtiene a partir de residuos de materia orgánica, ya sean de origen agrícola, industrial o doméstico.

**Biodiésel**: combustible que se obtiene a partir de aceites vegetales, grasas animales y aceite de cocina usado, y esto último merece un comentario. **Tirar aceite usado por el fregadero ocasiona gravísimos problemas de contaminación**. Aparte de crear depósitos que se van solidificando y formando pastas que tupen las tuberías de desagüe de las casas, tiene una carga contaminante que es 5.000 veces mayor que el agua residual que circula por las alcantarillas y redes de saneamiento. Reutilizar el aceite usado no solo evita esos problemas, sino que además sirve para crear biocombustibles, y para ello únicamente hay que ponerlo en botellas de plástico y depositarlas en los contenedores correspondientes que hay en muchos lugares, y si no tienen uno cercano pueden llevarlas a la mayoría de los centros comerciales cuando vayan de compras, por ejemplo, en Alcampo de La Laguna hay un punto limpio para aceite usado, pilas, desechos electrónicos …

**Pero vamos ya a estudiar cada una de estas energías renovables.**

**LA EÓLICA,** es la energía obtenida a partir del viento (Eolo era el dios de los vientos en la mitología griega). Es la energía cinética del viento que es transformada en energía eléctrica. El ser humano ha usado esta fuente de energía del viento en el pasado, tengamos en cuenta que la navegación a vela usa precisamente el viento como motor. En tierra fue especialmente utilizada para bombear el agua o moler el grano, y rápidamente nos habrá llegado a la mente los famosos molinos del Quijote, que se usaban para moler el grano, pero en los siglos XVII y XVIII, en los Países Bajos, se construyeron gran cantidad de molinos para drenar el agua y ganar terrenos al

mar (**pólderes).** Y ya a finales del siglo XIX aparecieron en Dinamarca y EEUU molinos movidos por el viento para generar electricidad. Actualmente la energía eólica se utiliza principalmente para producir electricidad, lo que se consigue mediante aerogeneradores. Los parques eólicos construidos en tierra o mar representan una fuente de energía cada vez más barata y competitiva.

**Un aerogenerador se compone** de una **torre** que sustenta la **góndola** que está unida al **rotor** de donde salen las **palas.** La góndola es la sala de máquinas del aerogenerador, y su primera función es elevar la velocidad de giro del eje del rotor para pasar de 15-30 rpm a 1500 rpm en el **eje del generador de electricidad**, mediante el uso de engranajes. También dispone de un motor que orienta automáticamente a la góndola según la dirección y velocidad del viento registradas por una veleta y un anemómetro.

¿Y cómo se produce la electricidad en el motor generador? Veamos, en 1821 Faraday observó que si un conductor eléctrico (bobina) giraba en torno a un imán se producía una corriente eléctrica en la bobina, igualmente observó que si lo que se hacía girar era el imán en torno a la bobina también se producía electricidad.

Pues bien, el giro del rotor hace que en el generador o alternador, giren unos imanes sobre unas bobinas fijas generando electricidad.

**Hay que tener en cuenta que un motor eléctrico funciona de forma inversa a un generador; en el generador la rotación produce la corriente eléctrica y en el motor la corriente produce la rotación.** Así, un ventilador tiene un motor que gira por la corriente eléctrica, pero si a ese ventilador no conectado a la corriente le hacemos girar las aspas producirá electricidad.

Y Volviendo al aerogenerador, éste crea mediante el generador (alternador) una corriente alterna, pero no tiene los estándares de voltaje y frecuencia de la red eléctrica general, por ello mediante el uso de dispositivos electrónicos de potencia se sincroniza y adecua la corriente alterna generada a los estándares de la red eléctrica general de 230v y 50 Hz.

**LA ENERGÍA HIDRÁULICA.** Es en realidad una energía potencial debida al desnivel del agua y que se usa para producir electricidad de la misma forma que un aerogenerador, aquí el agua a presión que pasa bajo la presa hace girar las aspas de la turbina conectada a un alternador produciendo corriente alterna.

La energía hidroeléctrica es una de las más rentables. La inversión inicial de construcción es elevada, **no obstante**, los gastos de mantenimiento de este tipo de infraestructuras son bajos y su vida útil se estima entre 50 y 100 años, aunque muchas ya han superado esas edades.

Actualmente, en pequeñas presas se está empleando el bombeo reversible. Este cuenta con dos almacenamientos de agua a distinta altura, de forma que permite bombear el agua del nivel inferior al superior con la energía eléctrica almacenada en baterías en los momentos en que la demanda energética es baja, y así aprovecharla para generar energía en las horas de consumo superior.

Este método es el que se empleará entre las presas de Chira y Soria en Gran Canaria y el previsto entre las canteras de áridos de Güimar en Tenerife.

**LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA**. Aunque el efecto fotovoltaico era conocido desde el siglo XIX, fue en 1905 cuando Einstein publicó un famoso artículo donde explicaba este fenómeno, por el cual una radiación electromagnética como los fotones de la luz, provoca la emisión de electrones al incidir sobre una placa metálica. Fue por ello por lo que recibió el Premio Nobel de Física en 1921 y no por la teoría de la relatividad que es su teoría más famosa.

En la década de los 60, en plena carrera espacial, los paneles fotovoltaicos comenzaron a experimentar un importante desarrollo para suministrar electricidad a los satélites de comunicaciones. Hoy en día es una de las tecnologías de generación eléctrica renovable con más futuro.

La energía fotovoltaica es la transformación de la radiación solar en electricidad. Esta transformación se produce en unos dispositivos en los que la luz solar excita y libera los electrones de una capa de un semiconductor de silicio dopado con mínimas cantidades de fósforo, y que se denomina **N**egativa que irán a otra capa de silicio dopado mínimamente con boro o aluminio y que se denomina **P**ositiva. Esto crea una pequeña diferencia de potencial o voltaje, pero la conexión en serie de un gran número de estos dispositivos logra obtener una mayor diferencia de potencial en la placa solar que ya la hace práctica.

La corriente eléctrica que se obtiene de una placa solar es continua (como la de una pila), pero la de la red eléctrica y de la de uso doméstico es alterna, por lo que debe pasar por un dispositivo, llamado inversor, que la convierte en alterna y eleva su voltaje a los 230 v de la red eléctrica, con lo cual ya nos sirve para sustituir la corriente eléctrica de la red exterior.

Cuando las placas solares producen más corriente de la que necesitamos en un momento determinado, la sobrante pasa a alimentar una batería **(si la hemos adquirido)** que nos seguirá alimentando cuando ya la placa en horas sin luz no produzca electricidad. La corriente sobrante de las placas solares si tenemos la batería llena y estamos haciendo poco consumo, irá a alimentar a la red eléctrica externa y su valor será descontado en el recibo del consumo que hayamos realizado cuando la alimentación por las placas y la batería no han sido suficientes.

**LA ENERGÍA GEOTÉRMICA.** Es la que se obtiene mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra. La energía geotérmica es una de las pocas fuentes de energía renovables capaz de producir electricidad de manera constante las 24 horas de todos los días el año. Ha tenido un cierto repunte desde los años 90 en muchos países, pero los elevados costos de la etapa de exploración inicial, los pocos lugares con potencial geotérmico y el riesgo de no obtener buenos resultados **continúan siendo obstáculos para el aprovechamiento a gran escala de este recurso natural.** Tal es así que en 2020 representó solo el 0,3 % de la producción mundial de energía, sin embargo, es la principal fuente de energía en Islandia, donde en 2018, supuso el

65%, frente al 20% de la hidroeléctrica, siendo la de combustibles fósiles solo el 15% y fundamentalmente para el transporte. Por cierto, Islandia es el país del mundo con un mayor consumo eléctrico per cápita (casi 10 veces más que en España). Otros países con alto uso de energía geotérmica, en 2019, son Nueva Zelanda con el 19%, Filipinas el 11%, y en Indonesia el 6%.

**EL HIDRÓGENO VERDE.** El hidrógeno se obtiene por electrólisis del agua, es decir la ruptura del agua en hidrógeno y oxígeno por medio de la corriente eléctrica. Se denomina hidrógeno verde al obtenido por electrólisis usando electricidad obtenida con energías renovables. Como combustible tiene un gran potencial como alternativa limpia, ya que su combustión solo genera vapor de aguas, pero actualmente presenta desafíos técnicos y económicos para su producción, almacenamiento y conducción.

Desarrollar tecnologías que reduzcan los costos, harán que el uso del hidrógeno verde como combustible sea viable en un futuro no lejano.

**ENERGÍA NUCLEAR DE FISIÓN.** Es la energía que se obtiene al dividir (fisionar) un núcleo de un átomo de alto peso atómico (por ejemplo U235) en otros más ligeros, por medio de bombardeo con neutrones, liberando en esa ruptura otros dos o tres neutrones más que a su vez pueden dividir otros átomos y generar una reacción de fisión de átomos en cadena.

Pero resulta que la masa final de la fisión es inferior a la masa inicial y esa masa que ha "desparecido" se ha convertido en energía, energía que dedujo Einstein en su ecuación $E=mc^2$. Esta energía en una reacción en cadena descontrolada es lo que da lugar a la bomba atómica, pero si se hace de forma controlada es la que se obtiene en una central nuclear. Una central nuclear nunca puede producir una explosión nuclear porque el uranio empleado contiene solo un 3-5% de U235 frente al 90% mínimo necesario para que se produzca una reacción en cadena descontrolada o bomba atómica. El uranio natural solo contiene un 0,71% de U235 el resto es U238, por eso hay que enriquecerlo en U235 separándolo del U238, para usarlo en las centrales nucleares o separarlo prácticamente a U235 (+del 90%) para usarlo en una bomba atómica.

**Ya comenté que a la energía nuclear se le suele hacer una distinción fuera de las no renovables y renovables, la razón está en que la energía nuclear no es renovable, aunque hay suficientes reservas de uranio para abastecer en 120 años las centrales nucleares, aparte de la nuevas reservas que se descubran. Pero a diferencia de las no renovables la energía nuclear es una energía limpia, no emite gases contaminantes, solo vapor de agua limpio, pero sí que genera residuos radiactivos de compleja gestión**, que necesitan ser depositados, en contenedores de acero y hormigón estancos a la radiación, en Almacenes Temporales Individualizados (ATI) y pasados unos años, en un Almacén Temporal Centralizado (ATC), que es un complejo industrial independiente donde pueden permanecer muchos años y finalmente en almacenamientos geológicos profundos (AGP), a

profundidades superiores a 500 m en terrenos en terrenos que no han tenido actividad geológica histórica.
Es por ello por lo que no encaja netamente como no renovable ni como renovable.
**El 1 de enero de 2023 la energía nuclear**, **en la UE**, entró en la clasificación de energía limpia, concretamente en la taxonomía de verde. Esta clasificación de la Unión Europea determina si una actividad es sostenible o no lo es, y si contribuyen a mitigar el cambio climático o no. En definitiva, la UE consideró a la energía nuclear como una energía que contribuye a mitigar el cambio climático.
**Y por último vamos a hablar de la ENERGÍA NUCLEAR DE FUSIÓN.**
La energía nuclear de fisión es totalmente limpia y sostenible y sin residuos tóxicos o radiactivos (realmente producen pequeñas cantidades de desechos radiactivos, pero de vida corta).
Es todo lo contrario a la fisión nuclear, en la cual un átomo pesado se rompía en dos más pequeños con una pérdida de masa que se convierte en energía. En la fusión nuclear son dos isótopos del hidrógeno que se unen formando un átomo mayor, el Helio, pero con una pérdida de masa que se convierte en energía, pero en este caso el defecto de masa es mucho mayor, y por lo tanto la energía desprendida es mucho mayor. **Es nada más y nada menos que lo que ocurre en el Sol y las estrellas**. El uso de la fusión nuclear solo emitirá a la atmósfera vapor de agua, al igual que las centrales basadas en la fisión nuclear, pero en el caso de la fusión los residuos radiactivos producidos son casi inexistentes. **¿Y por qué no hay centrales nucleares de fusión?** Pues no las hay porque actualmente es imposible conseguir las temperaturas y presiones necesarias para que eso ocurra, es decir, para vencer la repulsión entre los núcleos positivos, ¡bueno!, si se ha conseguido la fusión nuclear, concretamente con la bomba H (o de hidrógeno o bomba del Zar) pero para ello se empleó como detonante una bomba de fisión, que es actualmente la única forma de producir el calor necesario para ello. Sin embargo, se están investigando diversos mecanismos alternativos con algunos éxitos, pero muy lejos aún de poder usarse para obtener la deseada energía verde en grandes cantidades.
Si bien el 5 de diciembre de 2022, por primera vez, un reactor de fusión produjo más energía de la utilizada para desencadenar la reacción.
Un conjunto de láseres de la Instalación Nacional de Ignición (NIF), disparó 2,05 megajulios de energía a un minúsculo cilindro que contenía una pastilla de deuterio y tritio. La pastilla se comprimió y generó temperaturas y presiones lo suficientemente intensas como para provocar la fusión de los átomos que contenía y formar Helio. Fue una diminuta llamarada que duró menos de una milmillonésima de segundo, pero esa fusión de los átomos liberaron 3,15 megajulios de energía, aproximadamente un 50% más de la que se había utilizado para calentar la pastilla. Pero quedan décadas hasta que se pueda hacer uso de esta energía.