

Energías renovables, una alternativa racional

MARÍA LUISA DELGADO MEDINA *

El planeta Tierra sufre de sobreexplotación de sus recursos naturales por la actividad cada vez más intensa de sus pobladores. A partir de la revolución industrial, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros compuestos contaminantes no han dejado de aumentar, alcanzando en la actualidad tasas de crecimiento sin precedentes en la historia reciente. La concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, principal gas causante del efecto invernadero, está llegando a cotas jamás conocidas. Esta circunstancia supone un incremento gradual de la temperatura media del planeta que previsiblemente traerá aparejada cambios sustanciales en sus condiciones de habitabilidad: inundaciones, sequías, hambre, enfermedades...

* Ingeniera de Caminos y Licenciada en Sociología.

En gran medida, el factor desencadenante de este proceso ha sido el uso de los combustibles fósiles —carbón, petróleo y gas natural— como fuentes primarias de energía, al ser el sector energético el principal causante de las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Al no disponer de recursos explotables fósiles, España tiene una fuerte dependencia exterior de estas fuentes contaminantes, que además provienen de zonas del planeta sometidas a todo tipo de conflictos geopolíticos. Nuestro país importa el 78% de los recursos energéticos que consume, a precios que inciden fuertemente en la balanza de pagos y además, para más inri, nuestra economía es muy ineficiente energéticamente, al ser la intensidad energética —cifrada en términos de Energía/PIB— mucho más alta que en el resto de países de nuestro entorno. En otras palabras, estamos despilfarrando energía fósil, que es cara, limitada y contaminante. Nuestra economía está empeñada hasta las cejas por esta causa y además, sometida a fuertes vaivenes por la volatilidad de los precios del petróleo.

Paradójicamente, nuestro país dispone de fuentes energéticas alternativas, las llamadas energías renovables, que hasta hace bien poco han pasado inadvertidas.

El aprovechamiento intensivo e inteligente de las energías renovables es la respuesta más racional no sólo al problema del cambio climático, sino también al fantasma de inseguridad de abastecimiento energético. La fuerza del viento, la radiación del sol, la energía potencial del agua, la energía almacenada en las plantas y el calor de las capas profundas de la Tierra son fuentes de energía que se renuevan continuamente, de ahí su denominación como renovables, que tienen capacidad virtual para asumir un papel decisivo en el abastecimiento energético mundial. La energía eólica, solar, hidráulica, marina, geotérmica y biomasa dibujan un nuevo panorama energético, alternativo al modelo convencional, con cuotas crecientes de participación en nuestras economías, que previsiblemente van a alcanzar el 50% de la energía primaria mundial a mitad del siglo XXI y cerca del 80% a final de siglo, según distintas estimaciones de organismos internacionales.

El carácter inagotable de las fuentes de energía renovables, su amplia distribución geográfica, su bajo impacto ambiental, su potencial para la creación local de empleo y la posibilidad de ser explotadas de forma descentralizada —no precisan grandes infraestructuras de transporte— las convierten en la alternativa energética adecuada para satisfacer las necesidades de los más de 2000 millones de personas —una tercera parte de la humanidad— que, aún hoy, no disponen de electricidad.

La explotación de las energías renovables experimentó un fuerte impulso desde las crisis del petróleo de los años setenta, si bien las tecnologías de transformación de estas fuentes no han tenido un desarrollo homogéneo a lo largo de la historia.

Energía eólica. La energía del viento se viene usando desde hace muchos siglos, a través de embarcaciones a vela para el transporte y de molinos de viento para elevación de agua y molienda de cereales. Desde la primera transformación de la fuerza motriz del viento en electricidad, a finales del siglo XIX, se ha producido un espectacular avance tecnológico hasta llegar a los modernos aerogeneradores actuales, algunos con más de 5 MW de potencia unitaria nominal, 120 metros de diámetro y más de 100 metros de altura. Tras

numerosas versiones tecnológicas a lo largo de la historia, desde los molinos de eje vertical del Sijistan a los modernos aerogeneradores bipala y multipala de eje horizontal, hoy la tecnología más aceptada es la de los aerogeneradores tripalas de eje horizontal orientados a barlovento.

Gradualmente estos ingenios han crecido en altura, han aumentado su potencia unitaria, su eficiencia y su disponibilidad y han disminuido su peso específico y sus costes de instalación, operación y mantenimiento. Han crecido y se han estilizado.

El cambio de la fabricación artesanal a la producción en serie, así como las mejoras continuas en el rendimiento de los equipos, ha permitido reducir drásticamente los costes finales de la energía producida, llegando a ser comparables hoy, en términos económicos y sin tener en cuenta otros beneficios añadidos y no contabilizados, con los de la energía proveniente de las fuentes convencionales.

La potencia eólica aprovechable es una función que depende del cubo de la velocidad del viento, de ahí que el emplazamiento adecuado de los parques eólicos sea un factor crítico. La ubicación ideal es en puntos altos, despejados y sin obstáculos, por tanto muy visibles. Una cuestión polémica ha sido y es su impacto sobre el paisaje, que a veces cuenta con la oposición de grupos ecologistas.

A pesar de ello, la energía eólica ha experimentado un desarrollo espectacular en los últimos años en todo el mundo. Nuestro país ocupa una posición de liderazgo internacional en el aprovechamiento de esta energía, con cerca de 8.000 MW de potencia instalada —similar a la potencia nuclear— y con empresas que disponen de tecnología propia y muy activas en el mercado exterior.

Energía hidráulica. La energía del agua se ha usado desde hace siglos haciendo mover ruedas hidráulicas de eje horizontal o vertical, que se utilizaban para elevar el agua de los ríos o bien para la molienda de grano de cereal. Al igual que ocurrió con los molinos de viento, las primeras turbinas hidráulicas para producción de electricidad aparecen al final del siglo XIX. Desde entonces, las centrales hidráulicas no han dejado de crecer de tamaño a lo largo de todo el mundo, requiriendo grandes obras de ingeniería para retener el agua.

Las centrales hidráulicas precisan inundar grandes superficies de terreno, dejando a veces bajo el agua zonas de alto valor ecológico o cultural. De ahí que, en general, sólo se consideran incluidas en el ámbito de las energías renovables las centrales hidroeléctricas de pequeño tamaño, con potencia inferior a 10 MW.

La potencia hidráulica teórica es una función que depende del caudal de agua circulante y del desnivel, de ahí que la hidrología y la topografía sean factores esenciales para la ubicación de este tipo de centrales. Las turbinas hidráulicas acopladas a generadores transforman la energía cinética del salto hidráulico en energía rotacional y luego en energía eléctrica.

Energía solar térmica. A los efectos de calcular la energía radiante emitida, el sol se comporta como un cuerpo negro a una temperatura equivalente de 5777° K, constituyendo una fuente térmica de alto valor exergético. Ahora bien, la radiación solar en las condiciones que llega a la Tierra sólo alcanza 1.367 kW/m², siendo necesaria su concentración para producir electricidad por vía térmica. Además se debe considerar la atenuación que sufre dicha radiación al atravesar la atmósfera.

La concentración de la radiación solar ya se utilizó para destruir barcos enemigos en la antigua Grecia. Las máquinas de vapor alimentadas con energía solar se desarrollaron a mediados del siglo XIX y posteriormente se construyeron varios prototipos en distintos países, que no tuvieron continuidad hasta los años setenta del siglo XX.

Para la generación de energía solar termoelectrica es necesario utilizar sistemas de concentración óptica de la radiación solar para conseguir mayores densidades de flujo y temperaturas más elevadas. Los sistemas de concentración más desarrollados redirigen la radiación solar sobre un foco lineal recto —colector cilindro parabólico— o bien sobre un foco puntual —receptor central y disco parabólico—, con el fin de calentar un fluido a temperatura suficiente para operar un determinado ciclo termodinámico.

Las tres tecnologías mencionadas requieren configuraciones que se aproximan en mayor o menor grado a la geometría ideal, el paraboloides de revolución. En tanto que los colectores cilindro parabólicos sólo tienen la geometría parabólica en su sección transversal, en los sistemas de receptor central, los helióstatos conforman virtualmente fragmentos de un conjunto de paraboloides homofocales y, en los discos parabólicos, sus características geométricas definen paraboloides de revolución.

Los discos parabólicos es la tecnología solar de concentración con mayor potencial de aplicación a medio y largo plazo, por su modularidad y por las altas eficiencias alcanzadas en conversión de radiación solar a electricidad.

Los sistemas de receptor central tienen la particularidad de poder generar electricidad con altos factores de capacidad, mediante la incorporación de subsistemas de almacenamiento térmico.

Hasta ahora sólo se ha desarrollado comercialmente la tecnología de colectores cilindro parabólicos, con 354 Mwe instalados en las plantas SEGS de California, si bien es la tecnología que tiene mayores limitaciones en consecución de rendimientos.

La Plataforma Solar de Almería (PSA) del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), situada en el desierto de Tabernas, es el mayor centro de investigación, desarrollo y ensayos del mundo sobre energía solar termoelectrica.

En los próximos años se espera un fuerte desarrollo de estas tecnologías, especialmente en la zona que se ha venido en denominar *cinturón solar del planeta*, situada entre los paralelos 40° norte y 40° sur.

La radiación solar se puede utilizar también para aplicaciones térmicas, tanto en edificios, para agua caliente, calefacción y refrigeración, como en procesos industriales que precisen calentar fluidos. En España, la aplicación más extendida es la producción de agua caliente sanitaria en las viviendas.

Energía solar fotovoltaica. Desde que Becquerel descubrió el efecto fotovoltaico a mediados del siglo XIX consistente en la transformación directa de la luz en electricidad utilizando un semiconductor, tuvo que transcurrir un siglo más hasta que los laboratorios Bell patentaron la primera célula fotovoltaica a mediados del siglo XX. A partir de ese momento la eficiencia de las células no ha dejado de crecer y su campo de aplicaciones se ha extendido enormemente, desde los pequeños electrodomésticos, sistemas de iluminación, sensores remotos, sistemas de bombeo y desalación de agua, hasta las centrales de producción de energía eléctrica. La modularidad de los paneles fotovoltaicos es una característica esencial para la versatilidad de este tipo de energía, muy apropiada para los países con bajo nivel de renta que no disponen de redes de transporte de electricidad.

En los países desarrollados, se han desarrollado numerosas aplicaciones en los edificios, aprovechando los paramentos con mejor orientación solar y sustituyendo elementos convencionales de la edificación, como por ejemplo tejas, marquesinas o ventanas, que han pasado a ser generadores fotovoltaicos.

La tecnología fotovoltaica actual está basada en el silicio cristalino, sin embargo se están ensayando otros materiales en lámina delgada que podrían ocupar una cuota importante del mercado en los próximos años. Si bien los costes se han ido reduciendo gradualmente como consecuencia de las mejoras en las tecnologías de producción y del aumento de la eficiencia de células y módulos, están situados aún en un nivel muy alto en comparación con otras fuentes primarias de energía.

La energía solar fotovoltaica tiene un desarrollo incipiente en nuestro país, a pesar de que España cuenta con empresas líderes en el mercado mundial en fabricación de módulos fotovoltaicos. Estas empresas se ven forzadas a exportar la mayor parte de su producción.

Biomasa. La biomasa es la forma más antigua de energía explotada por la humanidad, básicamente las ramas y troncos de los árboles que al quemarlos producían luz y calor. El fuego, que según Vitrubio está vinculado al origen de las ciudades, se realizaba de la misma manera que aún hoy se hace en muchos lugares del planeta. Aunque el uso de la biomasa de forma tradicional es un indicador de pobreza, se reconoce, sin embargo, que las nuevas tecnologías de conversión de la biomasa en calor, frío, electricidad y combustibles para el transporte pueden hacer de este recurso renovable una alternativa interesante frente a los combustibles convencionales.

La ventaja de la biomasa frente a otras fuentes renovables es que tiene la capacidad intrínseca de almacenar energía. En realidad la biomasa es energía solar sintetizada y almacenada en forma de enlaces químicos a través de la fotosíntesis.

La biomasa es el conjunto de materiales biológicos, no utilizables para alimentación y que no han sufrido cambios profundos en su composición tales como los ocurridos en la formación de los combustibles fósiles. La biomasa se produce básicamente en el medio rural, de ahí que el desarrollo de esta fuente energética puede ayudar a potenciar el desarrollo económico y la creación de empleo en zonas deprimidas y evitar así la presión demográfica sobre las grandes ciudades.

Las tecnologías de conversión de la biomasa en energía útil son muy variadas y dependientes del tipo de materia prima utilizada. Podemos citar, sin ánimo de ser exhaustivos, la combustión, gasificación, pirólisis, digestión anaeróbica, hidrólisis, fermentación y transesterificación. La combustión de biomasa, que es la tecnología más utilizada, puede producir emisiones de gases contaminantes que es preciso tener en cuenta a la hora de diseñar las plantas de producción.

En la actualidad, el 98% del mercado del transporte depende del petróleo, por lo que es urgente buscar alternativas para la diversificación energética de este sector. La transformación de biomasa en biocombustibles líquidos aptos para su utilización en motores de combustión interna se desarrolló intensamente en Brasil, generando etanol a partir de caña de azúcar, que posteriormente se quema directamente en los vehículos. Actualmente España ocupa una posición de liderazgo en Europa en la producción de bioetanol con cereales. Sin embargo, el reto pendiente es la producción comercial de biocombustibles con materiales lignocelulósicos, que supondría un notable abaratamiento de los costes de producción a la vez que contribuiría a resolver el importante problema ambiental de los residuos agrícolas y forestales.

El desarrollo a gran escala de la biomasa como fuente primaria de energía pasa, sin duda, por la intensificación de los cultivos energéticos específicos en base a la fisiografía de los terrenos, propuesta compleja que requeriría la coordinación de un buen número de agentes: las administraciones de energía, agricultura y medio ambiente de las entidades locales, regionales, estatal y europea. Una apuesta contundente por los cultivos energéticos debería ser la solución al problema del abandono de tierras agrícolas, que la limitación de determinados cultivos herbáceos extensivos establecida en la Reforma de la Política Agraria Común está creando.

Energía geotérmica. La energía geotérmica proviene del calor almacenado en las capas interiores de la Tierra, una parte generado originariamente en el proceso de formación del planeta y otra producido por la transmutación de isótopos radioactivos.

En los primeros años del siglo XIX se comenzó a usar el calor de la energía geotérmica para aplicaciones industriales, pero la primera planta para producción de electricidad no se construye hasta principios del siglo XX.

Las plantas geotérmicas están siempre próximas a la ubicación del recurso, ya que las pérdidas térmicas en el transporte de fluidos a altas temperaturas son elevadas. Los costes de producción son muy variables en función de la tecnología de extracción, del emplazamiento y de la cantidad del recurso.

Al contrario de lo que ocurre con otras energías renovables, las plantas geotérmicas y las de biomasa se pueden operar durante 24 horas al día, por lo que pueden suministrar carga base en condiciones similares a las fuentes convencionales.

En España, hasta ahora, este tipo de energía aún no se ha aprovechado.

Consideraciones finales. No nos hemos referido a otras fuentes renovables como la energía de las olas, de las mareas o al viento en el mar que a pesar de que tienen un fuerte potencial, aún no se han desarrollado en nuestro país, si bien hay varias iniciativas empresariales en marcha.

Se están investigando otras aplicaciones de las fuentes renovables como son la producción de hidrógeno, la desalación de agua de mar y la detoxificación de vertidos líquidos y gaseosos. El uso conjunto de forma integrada de distintas tecnologías en un único sistema de generación de energía incrementa notablemente el potencial de aplicación de estas fuentes.

Se deberá realizar un esfuerzo significativo en investigación y desarrollo para reducir costes de producción y aumentar la predecibilidad de los sistemas. Pero sin duda, nuestro futuro energético común es renovable.