

## HACIA UNA REGULACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Víctor Rafael Hernández-Mendible\*

- I. Introducción
- II. Las energías renovables reconocidas a nivel nacional
- III. La política y regulación de la eficiencia energética
- IV. Consideraciones finales

### *Resumen*

La sociedad actual ha alcanzado una calidad de vida que requiere una mayor cantidad de energías, sin embargo el modelo de desarrollo económico y social se ha tornado insostenible, por ello ha tenido que replantearse la conveniencia de seguir utilizando exclusivamente las energías de origen fósil, ante el riesgo de la destrucción de un ambiente ecológicamente equilibrado para las generaciones presentes y futuras. Es por ello que se ha promovido la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i) para desarrollar el uso de tecnologías que generen energías renovables y que éstas sean utilizadas en aquellas actividades para las que realmente son útiles, evitando así su derroche y haciendo más eficiente el uso de las mismas.

### *Palabras claves*

Energías - renovables - fósiles - alternativas - eficiencia energética - arquitectura bioclimática

### **I. Introducción**

Tal como sucede con las actividades que conciernen al progreso y desarrollo de la sociedad de comienzos del siglo XXI, cualquier estudio que se haga relacionado con el sector energético<sup>1</sup>, debe girar en torno a ejes concretos como el jurídico-institucional, económico-financiero y el técnico.

Para definir tales aspectos, se requiere tener una visión multidisciplinar del mismo, pues las distintas ramas de las ciencias, concurren y se complementan para aportar las posibles soluciones.

Es así como, el estudio del sector energético en sentido amplio, no puede ser realizado desde una sola rama de las ciencias, pues en el concurren en su regulación sin duda las ciencias jurídicas y las políticas, en su gestión las

---

\* Doctor en Derecho. Profesor en la Universidad Católica Andrés Bello (Venezuela) y en la Maestría de la Universidad Externado de Colombia y miembro del Grupo de Investigación en Derecho de la regulación de mercados energéticos del Departamento de Derecho Minero Energético de la Universidad Externado de Colombia. Miembro del Foro Iberoamericano de Derecho Administrativo y de la Asociación Iberoamericana de Estudios de Regulación. [www.hernandezmendible.com](http://www.hernandezmendible.com)

<sup>1</sup> Hernández-Mendible, V. R., La regulación del servicio eléctrico, *Estudios Jurídicos en Homenaje al Prof. Mariano R. Brito*, Fondo de Cultura Universitaria, Montevideo, 2008, pp. 745-783.

ciencias económicas y empresariales, así como en su materialización las ciencias físicas, químicas, de la tierra, tecnológicas e incluso ambientales.

En la actualidad el mundo se encuentra atravesando por varias crisis, siendo una de ellas de naturaleza energética, producida por la gran demanda generada entre otros factores, por la mejora de la calidad de vida de las personas, el aumento de la población mundial y el modelo de crecimiento económico no sostenible, realizado en las últimas tres décadas.

Lo anterior, sumado a factores de política y economía internacional y de carácter ambiental, ha contribuido al incremento de la demanda energética y con ello a un mayor uso de las energías de origen fósil, pero dado lo insostenible de esta situación ha surgido la necesidad de buscar energías alternativas, que permitan eliminar o al menos disminuir la dependencia de aquellas.

Ello ha llevado a apostar por las energías alternativas no renovables como la nuclear, que luego del maremoto de Japón en 2011, cuya intensidad causó un desastre en la planta de la ciudad de Fukushima de consecuencias todavía no cuantificables, ha llevado a replantear a los gobiernos de los países económicamente más desarrollados, la conveniencia de mantener los planes de construcción, mantenimiento y utilización de nuevas plantas nucleares, lo que ha venido a reimpulsar el tema de las energías renovables, como alternativa a la situación energética actual.

Es por ello que el presente análisis lleva a precisar preliminarmente ¿qué se entiende por energías renovables?. Aparentemente la respuesta podría parecer sencilla, pero como se aprecia de la lectura tanto de las publicaciones técnicas como de las jurídicas, no es infrecuente que se haga referencia a las energías renovables como sinónimo de energías alternativas y aunque se puede producir tal concurrencia, lo cierto es que no siempre coinciden ambos conceptos.

En anterior oportunidad se han diferenciado las energías de origen fósil de las energías renovables, que además son alternativas en el contexto nacional, como lo son los biocombustibles<sup>2</sup>.

Pero ello no lleva a concluir que todas las energías renovables *per se* deban ser consideradas como alternativas, pues ello va a depender de cuáles han sido las fuentes de energías convencionales en una sociedad determinada.

Ello así, cabe señalar que en el contexto nacional las energías convencionales han sido de origen fósil (hidrocarburos líquidos y gaseosos), que se han empleado para la locomoción de vehículos terrestres, aeronaves,

---

<sup>2</sup> Hernández-Mendible, V. R., La regulación de las energías de origen fósil y de los biocombustibles. *Regulación de los biocombustibles. Análisis del caso colombiano y comparado*, (Cop. Luis Ferney Moreno), 4 Colección de Regulación Minera y Energética, Universidad Externado de Colombia, Bogotá, 2011.

embarcaciones marítimas, la industria, el uso doméstico o incluso para la generación de energía eléctrica, en este último caso, concurrentemente con las fuentes hidráulicas<sup>3</sup>.

En tales términos, cualquier otra fuente de energía apta para el desarrollo de la sociedad y la satisfacción de las necesidades de las personas, de manera individual o colectiva, puede ser considerada como alternativa a las que tradicionalmente se han tenido como convencionales (v. gr. la energía nuclear). En tanto, las energías renovables comprenden todas aquellas que se extraen de fuentes que se regeneran de manera natural, lo que garantiza que no se agoten y que se consideren en principio limpias o verdes, porque contaminan muy poco, y no emiten los gases que producen el efecto invernadero. Al respecto, jurídicamente se han mencionado a los fines del Registro Nacional de Energías Renovables de Venezuela, que los tipos de fuentes renovables de energías son las siguientes: solar, eólica, hidráulica, biomasa, geotérmica, mareomotriz e hidrógeno<sup>4</sup>.

Dicho esto cabe señalar que en el contexto nacional, la energía nuclear podría ser alternativa a las convencionales, pero jamás sería renovable<sup>5</sup>; en tanto las renovables anteriormente mencionadas, también pueden ser consideradas alternativas.

El principal beneficio que producen las energías renovables frente a las tradicionales, es que disminuyen la dependencia de éstas, las van sustituyendo de forma progresiva y contribuyen a mantener la calidad de vida de las personas actuales, garantizando un ambiente ecológicamente más equilibrado, lo que permite preservar el ambiente sano para las generaciones presentes y futuras y contribuir a la disminución del calentamiento global.

Ahora bien, con el ritmo de crecimiento de la sociedad mundial y el progresivo desarrollo científico y tecnológico del sector industrial, la sustitución de fuentes energéticas convencionales no constituye una solución inmediata, de corto plazo, por lo que se exige la implementación de un conjunto de políticas públicas que promuevan el uso eficiente y racional de las energías existentes por toda la sociedad, mediante la implementación de medidas que incentiven el ahorro energético.

Son estos dos aspectos, sobre los cuáles se pretende desarrollar la presente exposición: Por una parte, para explicar cuáles son y en qué consisten las energías renovables en el contexto nacional (II); y por la otra, evaluar, a qué se debe orientar la política y regulación de la eficiencia energética (III).

## **II. Las energías renovables reconocidas a nivel nacional**

---

<sup>3</sup> Artículo 16.11 de la Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico, Gaceta Oficial N° 39.573, de 14 de diciembre de 2010.

<sup>4</sup> Artículo 3 de la Resolución N° 77, del Ministerio de Energía y Petróleo, publicada en Gaceta Oficial N° 38.683, de 15 de mayo de 2007.

<sup>5</sup> Creus Solé, A., *Energías Renovables*, 2ª ed., Ceysa, Madrid, 2009, p. 14.

Todas las energías renovables con excepción de la mareomotriz y la geotérmica tienen su fuente directa o indirecta en la radiación solar<sup>6</sup>. Seguidamente se hará una sucinta referencia a cada una de las energías renovables, cuya explotación se encuentra sujeta a la inscripción en el Registro Nacional de Energías Renovables.

## 2.1. La energía solar

La energía solar tiene como fuente al astro Sol, que como consecuencia de un complejo proceso libera gran cantidad de energía, de la cual una pequeña parte llega a la superficie de la Tierra, puesto que la mayor cantidad al entrar en contacto con la atmósfera terrestre, se refleja hacia el espacio exterior<sup>7</sup>.

La energía solar tiene como característica, además de ser renovable y alternativa, ser segura, limpia, no se encuentra concentrada, requiere grandes superficies para su captación y muchas horas de exposición<sup>8</sup>. Es importante destacar que esta energía puede ser indirecta (se encuentra en el carbón, el petróleo, el gas natural, se obtiene de la fotosíntesis, de la madera o en el viento) o directa, también denominada activa<sup>9</sup>, pero no es útil por si misma, sino que su aprovechamiento requiere que se transforme en energía eléctrica.

La energía solar puede ser aprovechada para producir electricidad, gracias a dos tecnologías: la termoeléctrica y la fotovoltaica.

La primera, la tecnología termoeléctrica es aquella que capta el calor irradiado por el Sol, para generar energía calorífica. Ello se realiza mediante la concentración de los rayos solares a través de espejos, con el objeto de calentar un fluido que se convierte en vapor que hace funcionar una turbina, que genera la electricidad<sup>10</sup>.

El sistema de energía solar térmica transforma la radiación solar a diversas temperaturas. El sistema de baja temperatura se aplica en las edificaciones y los sistemas de media y alta temperatura se emplean en la generación de vapor y electricidad.

La segunda, la tecnología fotovoltaica es aquella que a través de células fotovoltaicas es capaz de absorber radiación solar y con la utilización de algunos minerales, convierte directamente la radiación en electricidad de corriente continua.

---

<sup>6</sup> Boyle, G., Tecnologías de energía renovable para la generación de electricidad, *Electricidad Verde: Energías Renovables y Sistema Eléctrico* (Ed. B. Moselle, J. Padilla y R. Schmalensee), Marcial Pons, Madrid, 2010, pp. 31-32.

<sup>7</sup> Creus Solé, A., *Energías Renovables*, 2ª ed., Ceysa, Madrid, 2009, p. 329.

<sup>8</sup> Ob. cit., p. 329.

<sup>9</sup> Ob. cit., p. 330.

<sup>10</sup> Nebreda Pérez, J. M., *Aspectos jurídicos de la producción eléctrica en régimen especial*, Thomson-Civitas, Madrid, 2009. p. 49.

Esta energía es empleada en viviendas ubicadas en zonas aisladas que no cuentan con red de distribución, en electrificación rural y actividades del campo, en la iluminación en carreteras y autopistas, en el suministro a los teléfonos de emergencia y centros de asistencia sanitaria que no tienen conexión a la red de energía eléctrica, así como en la industria espacial<sup>11</sup>.

La energía solar brinda como ventajas, las siguientes<sup>12</sup>:

- a) Ser renovable, lo que contribuye a reducir el consumo de las reservas de combustibles fósiles.
- b) No genera ruidos, humos, ni residuos difíciles de tratar o de eliminar.
- c) No requiere de medidas de seguridad sofisticadas, ni genera emisiones de gases productores del efecto invernadero.
- d) Permite que los centros de generación de energía se encuentren próximos a los lugares de consumo, lo que permite eliminar las infraestructuras de transmisión y distribución.

Pero, igualmente se debe reconocer que esta energía presenta algunas desventajas:

- a) En la actualidad, las instalaciones ubicadas en las edificaciones producen un notable impacto visual, que debe reducirse y si es posible eliminarse, mediante la incorporación de los componentes solares a las estructuras de las edificaciones.
- b) Las instalaciones solares fotovoltaicas autónomas que cuentan con baterías de acumuladores, requieren de mantenimiento para gestionarlas, recogerlas y tratarlas al final de su vida útil, en virtud de que tienen componentes altamente contaminantes del ambiente.

## 2.2. La energía eólica

La energía eólica es aquella que tiene su fuente en el viento, que no es otra cosa que el aire en movimiento, producto del desigual calentamiento del planeta, lo que origina las distintas presiones que causan los desplazamientos del aire<sup>13</sup>. Aunque la utilización del viento como fuente de energía es muy antigua, el desarrollo tecnológico condujo a la evolución de los antiguos molinos de vientos, al diseño de turbinas para el funcionamiento de los aerogeneradores, que van a establecerse en los parques eólicos, para aprovechar el potencial que arrojan los mapas.

Actualmente el aprovechamiento de la fuente eólica para la generación de electricidad ha ido adquiriendo cada vez mayor importancia, aunque todavía no

---

<sup>11</sup> Creus Solé, A., *Energías Renovables*, 2ª ed., Ceysa, Madrid, 2009, pp. 375-377.

<sup>12</sup> Ob. cit., p. 331.

<sup>13</sup> Nebreda Pérez, J. M., *Aspectos jurídicos de la producción eléctrica en régimen especial*, Thomson-Civitas, Madrid, 2009. p. 60.

se han solventado todos los inconvenientes que genera en la red eléctrica de transporte o distribución.

Resulta pertinente señalar que estudiada la energía eólica, se aprecian las siguientes ventajas<sup>14</sup>:

- a) Constituye una fuente de energía renovable, natural e inagotable.
- b) Disminuye sensiblemente la emisión de gases de efecto invernadero y los residuos que generan son mínimos.
- c) La construcción de la infraestructura se puede realizar en corto tiempo y se puede establecer y retirar de la misma manera.
- d) Las instalaciones se pueden realizar en tierra o en el mar.
- e) Se puede compatibilizar las instalaciones, con los otros usos del suelo o marinos.

Por otra parte, la energía eólica presenta las siguientes desventajas:

- a) Por el momento no existe capacidad para asegurar el suministro de manera continua o regular.
- b) Producen una notable contaminación visual, en función de los lugares donde se instalan los parques eólicos.
- c) Afecta el ecosistema, pues generan migración de las especies animales, cambio de nidos de las aves y ello se proyecta sobre la flora del lugar.
- d) Genera un aumento de contaminación acústica, en virtud de la emisión de los decibeles que aunque de baja frecuencia, tienen una duración prolongada.
- e) Causa destellos por la reflexión de la luz del sol, sobre las palas de las turbinas.
- f) Aunque con una probabilidad mínima, se encuentran sujetas al riesgo de averías (rupturas).
- g) En los lugares donde se encuentran cerca de aeropuertos o aeródromos pueden interferir con los radares y afectar las operaciones aeronáuticas.

Se debe tener presente que estas ventajas y desventajas, expuestas de manera genérica, pueden presentar matices, según se trate de la energía eólica terrestre o de la energía eólica marina.

### **2.3. La energía hidráulica**

El ciclo hidrológico del agua que comprende la evaporación, la condensación, la precipitación, la retención, la escorrentía superficial, la infiltración, la evapotranspiración y la escorrentía subterránea, impone realizar una gestión integral del agua, para que mediante un aprovechamiento eficiente, racional, óptimo, se logren tanto la satisfacción de las necesidades humanas, los objetivos públicos y el desarrollo sostenible.

---

<sup>14</sup> Creus Solé, A., *Energías Renovables*, 2ª ed., Ceysa, Madrid, 2009, p. 90.



En este contexto, al agua se le pueden otorgar distintos usos, como el destinado al consumo humano y saneamiento, la producción de alimentos, la salud, el ambiente, el transporte, la industria, la generación de energía y el desarrollo sostenible.

El paso del agua de un estado a otro durante el ciclo hidrológico, permite que ésta pueda ser retenida o almacenada en embalses, lo que se realiza a través de una presa de contención, constituyéndose en una fuente de energía potencial que puede transformarse en cinética, al producirse la caída del agua desde cierta altura a un nivel inferior y permite producir energía eléctrica a través de turbinas o generadores. Este proceso de generación de electricidad teniendo como fuente de energía el agua, es lo que se conoce como energía hidráulica, que se genera en las centrales hidroeléctricas<sup>15</sup>.

La generación de energía hidráulica se puede realizar en varias escalas: Las grandes hidráulicas, que superan la producción de 50 megavatios; las pequeñas hidráulicas, que producen entre 10 megavatios y 50 megavatios; las mini-hidráulicas, que producen entre 100 kilovatios y 10 megavatios; y las micro-hidráulicas, que producen entre 1,5 kilovatios y 100 kilovatios.

La electricidad que produce la energía hidráulica tiene como ventaja que puede acoplarse a las variaciones de carga, incluso durante el momento de la máxima demanda de electricidad. Su explotación implica la construcción de infraestructuras que exigen una inversión de grandes sumas de dinero y un tiempo prolongado para su ejecución.

La energía hidráulica es renovable y tiene un potencial inagotable, sin embargo, no se puede negar que las grandes hidráulicas tienen un alto impacto sobre el ambiente, lo que se reduce sensiblemente con las mini-hidráulicas.

## **2.4. La energía de la biomasa**

La energía de la biomasa consiste en materia orgánica, formada por hidratos de carbono y compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno producida en áreas de la superficie terrestre por organismos específicos. Esta se extrae de las plantas terrestres o acuáticas, así como de residuos de materias o animales, que almacenan energía solar<sup>16</sup>.

La biomasa constituye una energía alternativa que puede ser aplicada en la producción de energía térmica, la generación de energía eléctrica y la producción de biocombustibles, para los medios de transporte<sup>17</sup>. Como energía alternativa, la biomasa ofrece las siguientes ventajas<sup>18</sup>:

a) Es renovable, siendo una fuente inagotable y natural.

---

<sup>15</sup> Creus Solé, A., *Energías Renovables*, 2ª ed., Ceysa, Madrid, 2009, p. 233.

<sup>16</sup> Ob. cit., p. 31.

<sup>17</sup> Ob. cit., p. 31.

<sup>18</sup> Ob. cit., p. 32.

- b) Permite una reducción de los volúmenes de desperdicios destinados a la producción de gases de vertedero.
- c) No genera emisiones de gases de efecto invernadero.
- d) Se pueden utilizar para el suministro de electricidad, calefacción y transporte de combustibles, las mismas redes que se emplean para los combustibles de origen fósil, pudiendo almacenarse y tenerse disponible cuando se les requiera.

La biomasa presenta como principal inconveniente, que se requiere una gran cantidad para lograr el mismo provecho que con otras fuentes.

## 2.5. La energía geotérmica

La energía geotérmica tiene su fuente en el calor generado por la corteza interna de La Tierra, que se origina por la descomposición de elementos radioactivos a grandes profundidades de la superficie<sup>19</sup> y que se manifiesta externamente como el vapor de geiser, el agua caliente de las fuentes termales naturales y la lava emanada de las erupciones volcánicas. Esta energía se encuentra presente en todo el planeta, pero el potencial de utilización no es similar en todas partes y en la actualidad su utilización se realiza hasta una profundidad máxima de 5 kilómetros, por razones técnicas y económicas<sup>20</sup>.

La energía geotérmica es aquella “procedente del calor producido entre la corteza terrestre y el manto superior de la Tierra, fundamentalmente por desintegración de elementos radioactivos, que se transfiere a la superficie por difusión, por movimientos de convección en el magma –roca fundida- y por circulación de agua en las profundidades. Para emplear este calor se utilizan las bombas de calor geotérmicas, la simple circulación de agua caliente para calefacción y la producción de energía eléctrica, usando ciclos Ranking, convencionales y orgánicos”<sup>21</sup>.

Esta energía se utiliza en piscinas, balnearios, calefacción residencial, agricultura y acuicultura, procesos industriales y bombas de calor.

Su explotación requiere de altas inversiones en relación a otras energías renovables, pero presenta la ventaja de reducir los gases de efecto invernadero. No obstante, existen acuíferos que pueden producir cantidades relevantes de fluidos de alta salinidad que son corrosivos y potencialmente contaminantes, lo que afecta los sistemas de drenaje de agua dulce y de escorrentía. Ello conduce a establecer sistemas de reinyección de agua y de medios de prevención de la corrosión<sup>22</sup>.

---

<sup>19</sup> Boyle, G., Tecnologías de energía renovable para la generación de electricidad, *Electricidad Verde: Energías Renovables y Sistema Eléctrico* (Ed. B. Moselle, J. Padilla y R. Schmalensee), Marcial Pons, Madrid, 2010, p. 56.

<sup>20</sup> Creus Solé, A., *Energías Renovables*, 2ª ed., Ceysa, Madrid, 2009, p. 197.

<sup>21</sup> Á. Martín Municio y A. Colino Martínez, citados por Nebreda Pérez, J. M., *Aspectos jurídicos de la producción eléctrica en régimen especial*, Thomson-Civitas, Madrid, 2009, p. 69.

<sup>22</sup> Creus Solé, A., *Energías Renovables*, 2ª ed., Ceysa, Madrid, 2009, p. 209.



La utilización de esta energía en una vivienda unifamiliar, presenta tanto ventajas como inconvenientes<sup>23</sup>. Entre las ventajas se pueden mencionar:

- a) Es una fuente de energía renovable.
- b) El costo global oscila entre un 30% o 40% menos que la misma energía proporcionada por el gas natural, el gasóleo o la electricidad.
- c) Suministra calor, agua caliente y aire acondicionado en una sola unidad.

Entre los inconvenientes, se destacan:

- a) La bomba de calor no funciona sin electricidad, por lo que se precisa de un generador auxiliar.
- b) En caso que la bomba de calor no funcione por razones climáticas, será necesario disponer de una fuente de calor alterna.
- c) El suministro de electricidad a la bomba de calor mediante energía eólica o fotovoltaica es excesivamente costosa.

## 2.6. La energía mareomotriz

Se debe tener presente que existen diversas fuentes marinas de energía, como las mareas (mareomotriz), las olas (oleomotriz), la térmica oceánica (termomotriz), el gradiente salino y las corrientes marinas<sup>24</sup>. Sin embargo, este subepígrafe se centrará en la energía mareomotriz, que es producto del fenómeno natural de elevación y descenso del nivel de las aguas del mar, originado por la atracción gravitatoria de la Luna, en menor grado del Sol y del movimiento rotatorio de la Tierra<sup>25</sup>. Cuando el desnivel creado por las mareas oscila entre los cinco y los diez metros, el potencial de la masa de agua desplazada es suficiente para mover una turbina y generar energía eléctrica<sup>26</sup>.

Se debe destacar que los principios físicos que se utilizan para la generación de la energía mareomotriz son distintos a los empleados en la producción de energía hidráulica, pero las tecnologías desarrolladas guardan notable similitud<sup>27</sup>.

Los costos de producción de energía a partir de las fuentes marinas son relativamente bajos, en lo que respecta a la obtención de la materia prima, en virtud que el agua del mar es gratis, lo que si resulta más oneroso es el costo de construcción de la central mareomotriz<sup>28</sup>.

---

<sup>23</sup> Ob. cit., p. 229.

<sup>24</sup> Ob. cit., pp. 249-328.

<sup>25</sup> Ob. cit., p. 250.

<sup>26</sup> Nebreda Pérez, J. M., *Aspectos jurídicos de la producción eléctrica en régimen especial*, Thomson-Civitas, Madrid, 2009. p. 70; Creus Solé, A., *Energías Renovables*, 2ª ed., Ceysa, Madrid, 2009, p. 249.

<sup>27</sup> Boyle, G., Tecnologías de energía renovable para la generación de electricidad, *Electricidad Verde: Energías Renovables y Sistema Eléctrico* (Ed. B. Moselle, J. Padilla y R. Schmalensee), Marcial Pons, Madrid, 2010, p. 55.

<sup>28</sup> Creus Solé, A., *Energías Renovables*, 2ª ed., Ceysa, Madrid, 2009, p. 264.

Estas centrales presentan las mismas ventajas de las hidroeléctricas convencionales, lo que permite atender de manera rápida y eficiente las fluctuaciones de carga del sistema interconectado.

Además tienen las ventajas de generar energía renovable, no contaminante ni del aire, ni sonora; su suministro es seguro durante todo el año; resulta muy económica, por cuanto la materia prima es abundante y su disponibilidad es de bajo costo; la infraestructura de la central tiene una vida útil muy larga y el costo de mantenimiento es pequeño.

No obstante, hay que señalar que el establecimiento de la infraestructura constituye un proyecto que requiere de una gran inversión de tiempo y dinero. Además, las centrales pueden producir cambios hidrodinámicos que pueden afectar el ecosistema y también pueden producir un impacto en el paisaje costero<sup>29</sup>.

## **2.7. La energía del hidrógeno**

Se considera que el hidrógeno es uno de los gases más abundantes en la naturaleza, aunque pocas veces se encuentra en estado libre y tiene como características ser incoloro, inodoro, insípido y altamente inflamable, aunque no tóxico<sup>30</sup>.

El hidrógeno es el más ligero de los gases conocidos, debido a su baja viscosidad y a su bajo peso molecular puede fugarse con relativa facilidad. No obstante, constituye una fuente energética alternativa, pero su manejo requiere de cuidados especiales para evitar accidentes.

Aunque la mayoría de los procesos de producción de hidrógeno utilizan las fuentes de origen fósil (proceso reformador del gas natural con vapor, oxidación parcial de hidrocarburos, oxidación parcial del carbón, separación de carbón e hidrógeno de hidrocarburos, proceso reformador de pequeño tamaño y de oxidación parcial), siendo procesos ecológicamente contaminantes, lo que se pretende es producir hidrógeno a partir de las fuentes de energías renovables, sin embargo ello solo espera lograrse a mediano plazo.

Es así como la investigación científica, se encuentra enfocada en el desarrollo de tecnologías para producir hidrógeno a partir de la energía eólica, solar fotovoltaica, geotérmica y oceánica mediante la electrólisis, así como para extraerlo de la fisión nuclear<sup>31</sup>.

## **2.8. El estado del desarrollo y explotación de las energías renovables**

---

<sup>29</sup> Ob. cit., pp. 264-265.

<sup>30</sup> Ob. cit., p. 385.

<sup>31</sup> Nebreda Pérez, J. M., *Aspectos jurídicos de la producción eléctrica en régimen especial*, Thomson-Civitas, Madrid, 2009, p. 80.

El enunciado técnico de las diferentes energías renovables en la realidad nacional se ha efectuado teniendo presente, que es sumamente complejo en su explicación y que ha sido expuesto con simplicidad, para situar el tema objeto de estudio en este breve espacio y con la consciencia de que al comprender ámbitos de las ciencias físicas, químicas y de la tierra, pero ajenas a la ciencia jurídica, no correspondía efectuar detalladas exposiciones extrañas a ésta.

Ahora se deben realizar algunas reflexiones desde la perspectiva económica, ciencia que también se encuentra presente en el desarrollo y la explotación de las energías renovables.

Se considera que el costo total de una energía se puede determinar en consideración a tres aspectos: Los costos de capital, los costos de operación y mantenimiento y finalmente, los costos de combustible<sup>32</sup>.

Es así como uno de las principales ventajas de la mayoría de las energías renovables es que las fuentes de combustibles para su generación son gratuitos o tienen un costo mínimo –este no es el caso de los biocombustibles-, lo que reduce los costos, a la inversión y financiación del capital para el establecimiento de la central de energía, que debe ser repuesto al inversionista con un porcentaje de interés razonable; y a los costos de operación y mantenimiento<sup>33</sup>.

No obstante, es pertinente mencionar que existen un conjunto de factores que pueden influir en la fluctuación de los precios que se cobran a los usuarios, bien sea bajo la modalidad de precios o tarifas y que escapan al presente análisis.

Sin embargo, a pesar de esta notable ventaja, las energías renovables en la actualidad presentan algunos inconvenientes para su utilización:

En primer lugar, debe mencionarse que siendo inagotables las fuentes, en el presente no existe un mecanismo idóneo para estimular de manera diferenciada o conjunta, la explotación del total de energías renovables existentes o potencialmente aprovechables, en especial, si se tiene en consideración que el avance tecnológico y la innovación, pueden contribuir a elevar la producción de las mismas de manera más eficiente.

No obstante, hay que advertir que en el estado actual del desarrollo científico y tecnológico, buena parte del potencial existente se desperdicia, pues no se dispone de los medios más adecuados para sacarle el máximo provecho a las fuentes renovables.

---

<sup>32</sup> Boyle, G., Tecnologías de energía renovable para la generación de electricidad, *Electricidad Verde: Energías Renovables y Sistema Eléctrico* (Ed. B. Moselle, J. Padilla y R. Schmalensee), Marcial Pons, Madrid, 2010, p. 57.

<sup>33</sup> *Ibidem.*, p. 57.

En segundo lugar, algunas de estas energías renovables al tener sus fuentes en elementos de la naturaleza, éstos pueden verse modificados por razones de carácter estacional o se pueden ver afectados por el cambio climático.

Es así como en algunos casos resulta realmente impredecible, en función de las referidas externalidades, la seguridad y continuidad de suministro para responder satisfactoriamente a las fluctuaciones de la demanda, pues entre el momento de la generación o producción de la energía y el momento de su efectivo uso, puede transcurrir un tiempo, que impone almacenar o guardar la energía no utilizada, para el momento en que se produzca la demanda real.

Más complejo puede resultar el asunto cuando se combinan energías provenientes de diferentes fuentes, porque ello puede requerir la necesidad de efectuar una especie de acoplamiento, mediante la introducción de mecanismos o dispositivos que garanticen tanto la seguridad como la calidad de suministro de energía.

Para finalizar es necesario tener en cuenta, que en el presente, los costos de las energías renovables son más onerosos que aquellos en que se debe incurrir con las energías de origen fósil, lo que constituye un aparente desestímulo para invertir y producir las primeras, frente a los menores costos de las segundas; pero si se incluyen los costos externos, como las consecuencias derivadas de la expedición de los gases de efecto invernadero y se toman en consideración los beneficios que una vez instaladas las centrales de energías renovables pueden generarse por las economías de escala en la producción y por la innovación tecnológica, la apuesta por las energías renovables resulta realmente competitiva a mediano y largo plazo<sup>34</sup>.

### **III. La política y regulación de la eficiencia energética**

En los tiempos actuales donde la energía es imprescindible para el desarrollo y la calidad de vida de las personas, la cantidad de energía requerida para satisfacer la demanda, va a depender de la eficiencia con que la energía sea generada, suministrada y utilizada.

Es así como se ha establecido que las ganancias en eficiencia energética (GEE) se deben medir a través de indicadores, constituyendo el más importante, el de intensidad energética (I), que se define como la cantidad de energía (E) necesaria por unidad de producto interno bruto (PIB), es decir, la eficiencia energética se puede establecer a través de la siguiente fórmula: GEE se mide a través de  $I=E/PIB$ . En consecuencia, al reducirse la intensidad energética de manera progresiva y mantenerse o aumentarse el PIB, se

---

<sup>34</sup> Boyle, G., Tecnologías de energía renovable para la generación de electricidad, *Electricidad Verde: Energías Renovables y Sistema Eléctrico* (Ed. B. Moselle, J. Padilla y R. Schmalensee), Marcial Pons, Madrid, 2010, p. 66.

evidencia que éste se obtiene con menos demanda de energía, lo que pone de manifiesto la ganancia de eficiencia energética<sup>35</sup>.

La eficiencia energética viene a ser de trascendental importancia en la actualidad, dado que aproximadamente el 80% de la energía que se utiliza a nivel mundial tiene su origen en fuentes de origen fósil, lo que genera como consecuencia que al reducirse la intensidad energética se produzca un notable descenso de las emisiones de CO<sub>2</sub><sup>36</sup>.

Tal eficiencia energética puede lograrse mediante una planeación prospectiva, dirigida a establecer políticas públicas que promuevan los cambios estructurales en la economía y la sociedad, que redefinan los estándares en la producción y el máximo aprovechamiento en la actividad industrial y comercial (grandes usuarios), que conduzca a los reguladores a precisar los criterios técnicos y económicos de operación y explotación de las energías, así como que incentiven el uso racional y consciente de la energía por los usuarios residenciales y comerciantes al detal (pequeños usuarios).

Ahora bien, la regulación de la eficiencia energética no se puede hacer teniendo únicamente en consideración los aspectos jurídicos o las implicaciones económicas, sino que también se deben tener presente los aspectos técnicos.

Es por ello que se debe partir de la idea de que la energía no se crea, ni se destruye, pues el primer principio de la termodinámica, lleva a sostener que toda transformación energética no conlleva un aumento o disminución, sino a que la cantidad total de energía se mantenga constante.

No obstante, cuando se produce la transformación de una forma de energía en otra distinta, aquella energía que resulta de utilidad luego de dicha transformación, siempre es menor de la que se ha utilizado.

Esto que podría parecer una inconsistencia no es tal, porque conforme al primer principio de la termodinámica, la cantidad de energía inicial se ha mantenido durante la transformación, lo que ha sucedido es que consecuencia de dicha transformación, una porción de ella se ha degradado, tornándose menos productiva, lo que lleva a formular uno de los postulados del segundo principio de la termodinámica<sup>37</sup>.

Ahora bien, la política de eficiencia energética debe considerar los mencionados principios físicos, para que se pueda realizar un uso racional de la energía que permita un aprovechamiento más adecuado, a aquellos fines para los cuales se requiere y por ende, garantice un efectivo ahorro energético.

---

<sup>35</sup> Goldemberg, J., *Energías Renovables, Eficiencia Energética y Comercio de Derecho de Emisión, Electricidad Verde: Energías Renovables y Sistema Eléctrico* (Ed. B. Moselle, J. Padilla y R. Schmalensee), Marcial Pons, Madrid, 2010, p. 177.

<sup>36</sup> Ob. cit., pp. 178-179.

<sup>37</sup> González Velasco, J., *Energías Renovables*, Ed. Reverté, Madrid, 2009, pp. 13-14.

Es así que corresponde saber para qué actividad se requiere el uso de la energía, a los fines de llevar a cabo el mismo conforme con las necesidades que se pretenden satisfacer. En tal sentido se tiene, que las energías serán utilizadas para las actividades de transporte en sus distintas modalidades; para las actividades residenciales o domiciliarias; para las actividades comerciales e institucionales y para las actividades de uso industrial.

En el primer caso, del uso de las energías en las actividades de transporte de vehículos terrestres, se han venido adoptando medidas como sustituir el uso del combustible de origen fósil (gasolina o gas) por biocombustibles o por electricidad, la reducción del peso de la carga en el transporte aéreo o el uso de la energía solar en la aeronáutica<sup>38</sup>, el cambio de hábitos de uso conduce a las personas a sustituir sus modos de desplazamiento, al dejar de utilizar vehículos de manera individual, compartiéndolos con otros pasajeros o por el uso de sistemas masivos de transporte como el Metro (incluido el metrocable)<sup>39</sup> o el transporte público (transmilenio, trolebús, tranvías, trenes de cercanías), así como la realización de desplazamientos a través de bicicletas o andando.

En el segundo caso, el uso de las energías en las actividades residenciales o domiciliarias, exige efectuar un mejor uso de la energía, al sustituir en una primera etapa, los equipos calentadores de agua, las cocinas, lavadoras y secadoras que funcionan con energía eléctrica, por aquellas que funcionan con gas natural, que aunque siguen utilizando energía de origen fósil, resultan más económicas tanto para los proveedores como para los usuarios; para posteriormente, proceder a sustituirlos por equipos tecnológicamente más eficientes que funcionen con alguna energía renovable como la solar, en alguna de sus distintas modalidades.

Además se puede ejecutar el plan de sustitución de los tradicionales bombillos y lámparas incandescentes, por los tubos fluorescentes o lámparas halógenas, que se caracterizan por una menor demanda de energía y ser más duraderas.

En el tercer supuesto, del uso de las energías en las actividades comerciales e institucionales, se pueden arreglar y ajustar los equipos de aire acondicionado y calefacción, así como un cierre efectivamente hermético de las instalaciones para evitar las fugas de aire o de calor. Igualmente se pueden sustituir los equipos de computación, por las tecnologías más sofisticadas para mejorar el

---

<sup>38</sup> El día 7 de mayo de 2010, se realizó en Suiza el primer vuelo de 87 minutos de duración, en el avión HB-SIA que tenía 12 mil paneles fotovoltaicos en sus alas para captar la energía solar, que le permite abastecer cuatro motores eléctricos y cargar sus baterías de litio-polímero; y más recientemente, el día 20 de mayo de 2011, el avión 'Solar Impulse' cargado únicamente por energía solar, llevó a cabo con éxito su primer vuelo internacional, de la localidad suiza de Payerne a la ciudad de Bruselas, capital de Bélgica, en una travesía que tuvo una duración aproximada de cerca de 13 horas.

<sup>39</sup> Hernández-Mendible, V. R., La regulación del Sistema Metropolitano de Transporte (Metro), *Régimen Jurídico del Urbanismo. Memoria del Primer Congreso de Derecho Administrativo Mexicano*, Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2009, pp. 493-523.



uso, tiempo de vida útil y la disminución de la demanda de energía, logrando una mayor eficiencia energética.

En cuarto lugar, el uso de las energías en las actividades de uso industrial, puede implicar la sustitución de máquinas, equipos y motores por tecnologías de última generación, que sean más eficientes en el uso de la energía; así como la modificación de los procesos de producción industrial en aras de disminuir la demanda energética; implementar los sistemas de recuperación de calor y el desarrollo de las actividades de autogeneración y cogeneración.

Ello así, mejorar la eficiencia y el ahorro energético, conlleva a un cambio social y cultural del modo de vida de la sociedad actual, que no puede implicar renuncia a la calidad y menos aun afectar la dignidad de la persona. Es por ello que se debe replantear el modelo de desarrollo económico y social actual, que no resulta sostenible y además se debe incentivar la transformación del sistema educativo que estimule la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i), orientada a contribuir a una efectiva gobernanza económica, con sus respectivas repercusiones energéticas y ambientales. De allí que se haya planteado que<sup>40</sup>:

Si se pretende que las energías renovables hagan una aportación apreciable a la solución de los problemas de los usos energéticos, serán precisas inversiones cuantiosas en investigación y desarrollo, además de legislaciones que eliminen obstáculos a los proyectos en marcha.

Las energías renovables plantean un desafío para el Derecho, la economía y la tecnología ante el estado de desarrollo que tienen en el mundo actual, pues deben contribuir al suministro energético, a la sostenibilidad y garantizar la calidad de vida de las personas.

Para lograrlo, se requiere la ejecución de nuevas y modernas infraestructuras de última generación, que permitan la instalación de equipos y redes de transporte, distribución y comercialización, que permitan el ingreso a estos nuevos mercados de múltiples operadores que jurídica, económica y técnicamente se encuentren calificados para satisfacer las necesidades de los usuarios, lo que conduciría al establecimiento de nuevos entes reguladores y a la formación, capacitación y entrenamiento de personas, para realizar de manera cualificada tanto las actividades de producción, gestión y comercialización (operadores) como de control, fiscalización y supervisión (regulador).

#### **IV. Consideraciones finales**

Hay que tener presente que cualquier apuesta que se efectúe a favor de las energías renovables, como alternativas a las energías de origen fósil o incluso a la energía nuclear, no pueden dejar de considerar el contexto ambiental, es

---

<sup>40</sup> González Velasco, J., *Energías Renovables*, Ed. Reverté, Madrid, 2009, p. 56.

decir, que para quienes proponen el reconocimiento del acceso y uso de las energías de cualquier origen como un derecho humano, no pueden desconocer que éste no puede ser ejercido en detrimento de otros derechos humanos, como lo constituye el derecho humano individual y colectivo a disfrutar de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

De allí que todo esfuerzo de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) debe ser encausado a lograr un progreso sostenible, es decir, que las personas individualmente consideradas y las sociedades tengan la posibilidad de disfrutar de la energía necesaria que les garantice un adecuado nivel de vida, si se prefiere, que les garantice vivir con dignidad en la actualidad, sin detrimento del nivel de vida y la dignidad a que tienen derecho las generaciones futuras.

Una de las principales apuestas a mediano y largo plazo, por lograr que el progreso sea permanente y sostenible, consiste en sustituir el uso de las tradicionales fuentes energéticas por nuevas fuentes renovables, lo que se puede realizar de manera concreta e inmediata, en la ejecución de las construcciones de edificación de viviendas, oficinas, edificios públicos e instalaciones deportivas.

Ello puede lograrse gracias a la arquitectura bioclimática<sup>41</sup>, que plantea la necesidad de expedir normas de urbanismo, que permitan combinar en una primera etapa las energías -que tienen origen en fuentes no renovables y renovables-, para finalmente sustituir las fuentes de energías convencionales, por las fuentes de energías renovables, en plena armonía con el ambiente.

Por tanto, resulta pertinente destacar la contribución que se puede efectuar a la eficiencia energética, concretamente mediante el aprovechamiento de la energía solar en la arquitectura bioclimática, a través del empleo de grandes ventanales, ventanas, techos de vidrio con cámaras de aire, paredes aisladas que contengan agua que constituya una reserva de calor, lo que sin duda contribuirá a disminuir el uso de las energías no renovables<sup>42</sup>.

En tales términos, se plantea el reto de la necesaria y futura regulación de las energías renovables y la eficiencia energética, que debe establecer las condiciones legales que brinden seguridad jurídica y promuevan la inversión de las empresas privadas, en este sector de la actividad económica.

---

<sup>41</sup> Martín Mateo, R., La vivienda bioclimática, *Derecho Administrativo Iberoamericano. 100 autores en Homenaje al posgrado de Derecho Administrativo en la Universidad Católica Andrés Bello*, Tomo III, (Cood. V. R. Hernández-Mendible), Ediciones Paredes, Caracas, 2007, pp. 2547-2561.

<sup>42</sup> Creus Solé, A., *Energías Renovables*, 2ª ed., Ceysa, Madrid, 2009, p. 332.