

Hacia un *mix* energético sostenible

José Luis Arroyo

Director de Estrategia y Desarrollo Corporativo de Abeinsa

Emilio Rodríguez-Izquierdo Serrano

Director general de Zeroemissions

En el esquema general del desarrollo sostenible, con sus tres dimensiones, medioambiental, social y económica, la energía juega un papel preeminente. No en vano, el uso de energías renovables frente a energías fósiles centra gran parte del debate en torno a la sostenibilidad. No es ni mucho menos el único aspecto que debe ser tenido en cuenta, pero es tal su relevancia, que la mayor parte de los esfuerzos en materia de sostenibilidad, tanto en el ámbito de las políticas públicas como de las iniciativas privadas, están enfocadas específicamente a esta área concreta de la actividad humana.

Una de las razones por las que esto sucede, es que existe una elevada correlación entre el consumo de energía y el desarrollo de una sociedad. Encontramos que aquellos países con un mayor nivel de vida, presentan un consumo de energía per cápita significativamente mayor que el de los países subdesarrollados o en vías de desarrollo. Es preciso mencionar que si bien esta correlación existe, encontramos notables diferencias en función de factores culturales y políticos. Esto es una buena noticia, en tanto que pone de manifiesto que aunque el aumento del nivel de vida típicamente va a ir relacionado con una mayor demanda energética, existe un amplio margen de maniobra para el consumo responsable.

Dicho esto, debemos tener presente que el debate energético es extremadamente complejo,

y aunque en ocasiones es el cambio climático el único aspecto que se discute al abordarlo, hay en realidad muchos otros factores que han de tenerse en consideración. No debemos olvidar la definición de desarrollo sostenible: satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las futuras para atender sus propias necesidades. Partiendo de ella, y desde el punto de vista energético, está claro que los aspectos medioambientales resultan críticos, pero también es preciso considerar otra serie de elementos que muchas veces quedan al margen del debate. La seguridad en el suministro y la independencia energética, o la contaminación local y los problemas de salud derivados de ella, son factores adicionales que en ocasiones se olvidan al abordar la relación entre energía y sostenibilidad.

A lo largo de este artículo reflexionaremos sobre dicha relación entre el desarrollo sostenible y la energía, lo que nos llevará a preguntarnos por el futuro *mix* energético capaz de hacer compatible el progreso económico y social con el respeto al medio ambiente, y cómo llevar a cabo la transición desde nuestro actual modelo energético.

ENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD

Como se mencionaba en la introducción, el cambio de paradigma energético es una nece-



idad no sólo por factores medioambientales, sino que existen otros elementos que también hacen necesaria esta transición. Debemos considerar, por ejemplo, la seguridad en el suministro energético. Actualmente, y debido a un modelo energético esencialmente fósil, dependemos en gran medida de la producción de petróleo y gas. El hecho de que las principales reservas se localicen en regiones conflictivas desde un punto de vista geopolítico, complica sustancialmente la seguridad energética. Y, además, no conviene olvidar que las reservas fósiles son limitadas y, por tanto, es preciso buscar alternativas. Como consecuencia, un escenario en el que se pudiese garantizar el suministro de energía con independencia de este tipo de recursos es altamente deseable. Y es por ello que muchos gobiernos están impulsando determinadas fuentes de energía alternativas, entre las que se incluyen las renovables, los hidratos de metano o el gas de esquisto. También es preciso tomar en consideración el coste de producción de la energía, y no sólo considerando el coste directo, sino también el coste de las potenciales externalidades negativas derivadas de su utilización.

De este modo, y aunque existen más variables a tener en consideración a la hora de definir el modelo energético, es el trinomio *medio ambiente-seguridad en el suministro e independencia energética-coste*, el que mayor impacto tiene. Y aquí entramos en un interesante debate sobre cuál de estos factores ha de tener un mayor peso.

Acabamos de mencionar como fuentes alternativas de energía el gas de esquisto y los hidratos de metano, por poner dos ejemplos concretos. El primero de estos recursos, también conocido como *gas pizarra* o *shale gas*, es gas natural que en lugar de encontrarse alma-

La energía eólica presenta ya unos costes muy razonables bajo determinadas circunstancias, aunque su gestionabilidad sigue siendo el principal problema. Foto: Vicente González.

A la hora de definir el modelo energético, es el trinomio medio ambiente-seguridad en el suministro e independencia energética-coste, el que tiene una mayor relevancia



Planta de bioetanol.

cenado en bolsas, como el gas convencional, aparece enquistado dentro de bloques de rocas sedimentarias formadas a partir de materiales orgánicos. Pese a cierta incertidumbre sobre el volumen total de reservas recuperables, existe consenso en que el potencial de este tipo de gas es superior al del gas natural convencional, en tanto que se estima que sus reservas son varias veces mayores. En lo que se refiere a los hidratos de metano, no son sino depósitos de gas metano congelado en el fondo marino. Nuevamente nos encontramos con un recurso extremadamente abundante, cuyas reservas podrían ser muy superiores a las del resto de recursos fósiles. Dado que existen reservas de ambos recursos en diferentes regiones del planeta, no es de extrañar que aquellos países que disponen de ellas encuentren muy atractivo tratar de desarrollarlas. El gas de esquisto, por ejemplo, está siendo muy impulsado en Estados Unidos, mientras que Japón lleva años trabajando en la extracción de hidratos de metano. También podríamos hablar de la energía nuclear de fisión, que pese a la reciente catástrofe de Fukushima, sigue siendo apoyada por determinados países.

Estas y otras fuentes de energía comparten un denominador común; si bien podrían contribuir a una mayor seguridad en el suministro y a incrementar la independencia energética¹ a un coste razonable, presentan importantes problemas medioambientales. En el caso del gas de esquisto, su obtención se basa en la fractura de la roca rica en gas para su posterior extracción. Pero en cada fractura hidráulica se requieren varios millones de litros de agua. Y lo que resulta más importante para sus críticos, ciertos desechos líquidos contienen los aditivos utilizados en la operación, con el consiguiente riesgo de contaminación de terrenos y acuíferos próximos. Los hidratos de metano presentan también su problemática medioambiental; la combustión del metano libera CO₂ y, además, el metano es en sí mismo un potente gas de efecto invernadero, por no hablar del riesgo de desestabilizar el lecho marino durante el proceso de extracción, provocando ya sea una fuga masiva de metano o desliza-

¹ En el caso de la energía nuclear existe un considerable debate a este respecto, debido a que las reservas de material fisible no son ni tan abundantes ni tan distribuidas como en el caso del gas de esquisto o los hidratos de metano.

mientos de tierra en los litorales. En el caso de la fisión nuclear, la catástrofe de Fukushima ha puesto de nuevo encima de la mesa las consecuencias de un accidente, pero incluso al margen de ello, la gestión de los residuos nucleares producidos en las centrales es un problema difícil de gestionar.

También hemos mencionado las energías renovables, como fuentes alternativas a los combustibles fósiles usados en la actualidad. En el ámbito de la energía para el transporte, los biocombustibles ya son una realidad, y la segunda generación de bioetanol, que utiliza como materia prima cultivos energéticos no aptos para el consumo humano, será viable comercialmente en muy corto plazo. A nivel de generación eléctrica, la energía eólica y la solar, tanto fotovoltaica como termoeléctrica, ya han alcanzado un grado de madurez suficiente como para considerarse una alternativa real, pese a que su coste es en general superior al de otras fuentes². Aun así, su principal problema es la gestionabilidad; su producción es discontinua y depende en gran medida del momento en que sople el viento o brille el sol³, que no tiene por qué coincidir con los momentos en los que se demanda la energía. Por tanto, si bien las renovables contribuyen positivamente a la seguridad en el suministro al tiempo que minimizan el impacto medioambiental, tampoco están exentas de desafíos que deben solucionarse. En este sentido, más adelante analizaremos como las tecnologías del hidrógeno y las redes inteligentes pueden contribuir de forma significativa a integrar las energías renovables en el sistema eléctrico de un modo eficiente, permitiendo así un peso cada vez mayor en el *mix* eléctrico.

Las tecnologías del hidrógeno y las redes inteligentes pueden contribuir de forma significativa a integrar las energías renovables en el sistema eléctrico de un modo eficiente, permitiendo así un peso cada vez mayor de estas en el *mix* eléctrico

De este modo nos encontramos con que existen diversas alternativas, pero algunas de ellas, como el gas de esquisto, los hidratos de metano o la fisión nuclear, si bien contribuyen o podrían contribuir a la seguridad en el suministro a un coste razonable, presentan un impacto negativo en la dimensión medioambiental. Otras, como las energías renovables, presentan un buen equilibrio en las tres dimensiones del trinomio, pero nos obligan a afrontar nuevos desafíos como su gestionabilidad. Y encontramos también soluciones como la fusión nuclear, cuyo principal problema es su horizonte de viabilidad, que a día de hoy sigue siendo bastante lejano. La conclusión es clara: no existen soluciones milagrosas que solventen de un plumazo los problemas energéticos que debemos afrontar. Pero sí que existen alternativas mejores que otras, y es por ellas por las que debemos apostar.

HACIA UN *MIX* ENERGÉTICO EQUILIBRADO

En todo caso, es difícilmente cuestionable que el actual modelo energético resulta, a todas luces, insostenible, tanto desde la óptica medioambiental como desde la óptica de seguridad en el suministro e independencia energética, ya que, a corto plazo, nos topamos con la inestabilidad geopolítica de algunos de los

² Esta afirmación es muy cuestionable, en tanto que si se tomasen en consideración los costes indirectos derivados de las externalidades negativas generadas por los combustibles fósiles, probablemente deberíamos afirmar lo contrario. Aun así, no es el objeto de este artículo entrar en este debate, por lo que nos ceñiremos al coste de producción sin considerar los efectos de dichas externalidades, que serán contempladas al evaluar la dimensión medioambiental del trinomio.

³ En el caso concreto de la energía solar termoeléctrica, sí que existen soluciones, como el almacenamiento en sales, para mejorar su gestionabilidad.

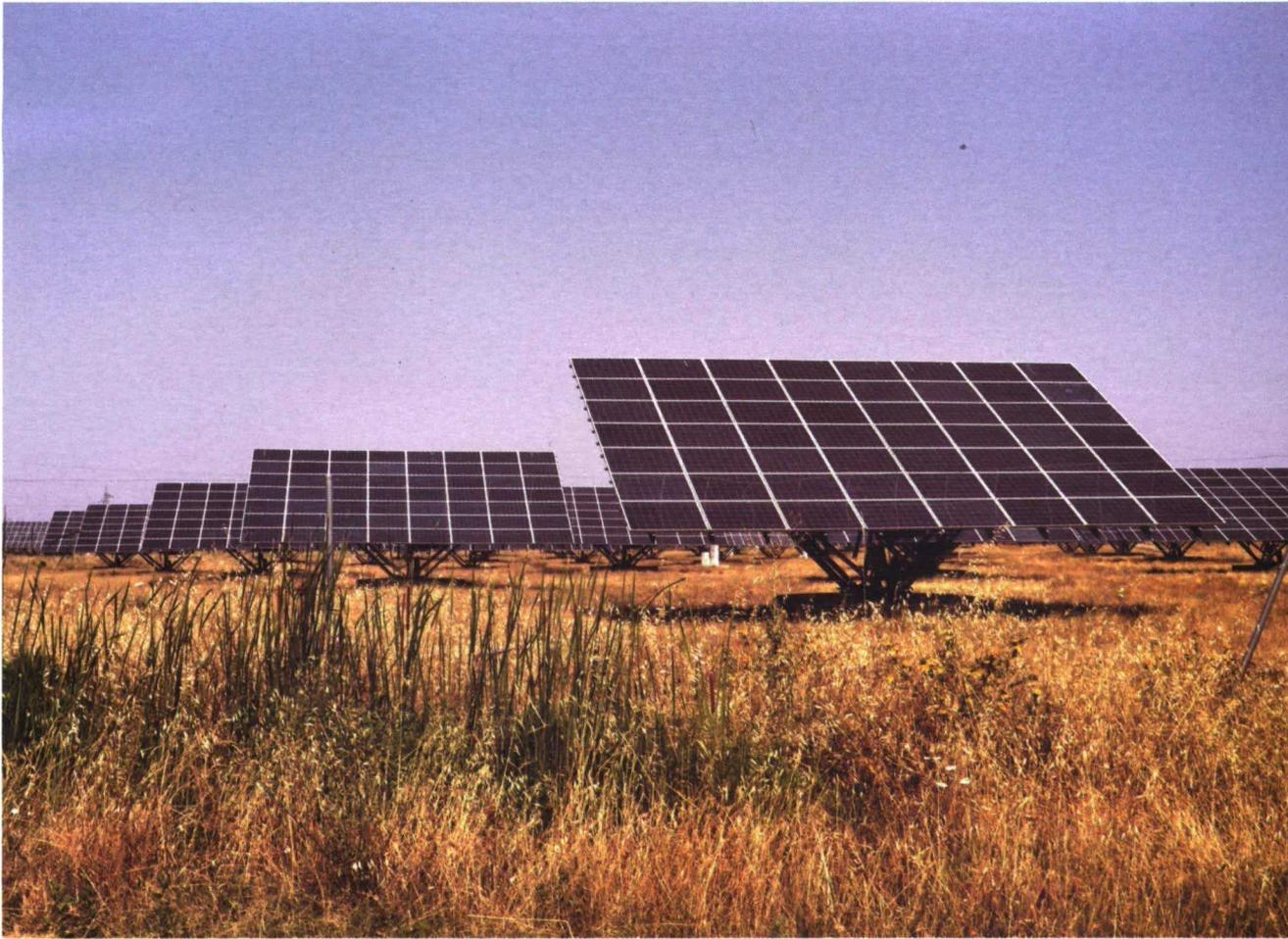


Plantas solares con tecnología de torre

Existen diversas alternativas energéticas, pero algunas de ellas como el gas de esquisto, los hidratos de metano o la fisión nuclear, si bien contribuyen a la seguridad en el suministro a un coste razonable, presentan un impacto medioambiental negativo. Otras, como las energías renovables, presentan un buen equilibrio en las tres dimensiones del trinomio, pero nos obligan a afrontar nuevos desafíos como su gestionabilidad. Y encontramos también soluciones como la fusión nuclear, cuyo principal problema es su horizonte de viabilidad, que a día de hoy sigue siendo bastante lejano

principales países productores y, a largo plazo, con el agotamiento de los recursos fósiles. Y he aquí el verdadero debate: al definir nuestro futuro modelo energético ¿debemos tener en consideración únicamente algunos de los factores o es necesario considerarlos todos de forma simultánea?

La respuesta es, desde nuestro punto de vista, muy clara. Debemos considerar los tres elementos: medio ambiente, seguridad en el suministro y coste. Dicho esto, los problemas medioambientales derivados del uso de combustibles fósiles parecen, a día de hoy, difícilmente solucionables. Por el contrario, las dificultades que deben afrontar las energías renovables sí podrían llegar a solventarse en el corto y medio plazo. Por una parte, los costes de generación renovable están disminuyendo muy rápidamente y, por otra, ya se están desarrollando alternativas para mejorar su gestionabilidad. Y eso nos lleva necesariamente a pensar en un futuro *mix* energético más racional, con un creciente peso de energías limpias, pero en el que la transición se lleve a cabo de un modo ordenado.



En el mundo de las energías renovables, y si excluimos la energía hidroeléctrica⁴, hemos vivido hasta el momento dos olas diferentes. La energía eólica fue la primera de ellas, y la segunda, la solar. Actualmente está despegando una tercera, la energía de mares y océanos, aunque probablemente tardará aún algunos años en llegar a ser comercialmente viable. La energía eólica presenta ya unos costes muy razonables bajo determinadas circunstancias, aunque su gestionabilidad sigue siendo el principal problema. Este tipo de generación depende del momento en que sople viento, que no tiene por qué coincidir con los momentos de mayor demanda. Dado que la electricidad es difícilmente almacenable, aparecen

dificultades en la gestión de este tipo de energía, a las que hay que añadir ciertos problemas técnicos adicionales derivados de su integración en la red eléctrica. Y algo similar ocurre con la energía solar fotovoltaica. En el caso de la solar termoeléctrica, el almacenamiento de calor en sales fundidas es una alternativa viable para permitir que este tipo de centrales sean capaces de generar incluso en ausencia de radiación solar, aunque es cierto que no se alcanza el nivel de gestionabilidad de, por ejemplo, una central de carbón.

Para lograr hacer viables tecnologías como la eólica o la solar son necesarios incentivos adicionales o precios comparativos de energías fósiles mayores. Foto: Vicente González.

No obstante, ya se están desarrollando soluciones para facilitar la integración de renovables en la red. Por una parte, encontramos las llamadas redes inteligentes o *smartgrid* que buscan optimizar la producción y la distribución de electricidad con el fin de equilibrar mejor oferta y demanda. Por otra, las tecnologías del

⁴ La energía hidroeléctrica es renovable en tanto que se basa en un recurso inagotable. Si bien existe un intenso debate sobre si se trata de una energía verde: el impacto medioambiental de este tipo de centrales es, en ocasiones, elevado.

hidrógeno, que integradas en sistemas de generación renovable, pueden solucionar en gran medida sus problemas de gestionabilidad, almacenando energía en forma de hidrógeno en momentos de baja demanda, y liberándola después a la red cuando sea necesaria.

En este sentido, una combinación de las redes inteligentes con las tecnologías del hidrógeno permitirá una transición suave hacia un modelo energético más sostenible. Sin embargo, ambas tecnologías necesitan aún algunos años para llegar a desarrollar todo su potencial. Entre tanto, son los mercados de carbono el mecanismo que está tratando de favorecer el cambio hacia una economía verde.

Mercados de carbono: una parte esencial en la transición a un *mix* energético equilibrado

En el ya mencionado trinomio medio ambiente-seguridad en el suministro e independencia energética-coste, los mercados de carbono permiten incorporar en el coste de producción de las energías convencionales su impacto medioambiental. Dar un valor a las emisiones de gases de efecto invernadero, favorece a las tecnologías limpias al hacerlas

más competitivas, potenciando así su incorporación al *mix* energético. Adicionalmente, la incertidumbre regulatoria asociada a una hipotética escasez de créditos de carbono en los mercados, hace menos atractiva la inversión en producción de energía a partir de combustibles fósiles.

Sin embargo, el actual precio de mercado del carbono no permite el cambio tecnológico; para lograr hacer viables tecnologías como la eólica o la solar son necesarios incentivos adicionales o precios comparativos de energías fósiles mayores. No obstante, y aun siendo un incentivo insuficiente hoy por hoy, la presencia de los mercados de carbono sí ayuda a marcar tendencias. Es esperanzador saber que China, el mayor mercado para producción de créditos de carbono, ha conseguido en 2010 ser también el mayor promotor de energía eólica del mundo, constituyendo un mercado para esta tecnología renovable tres veces superior al norteamericano.

– Situación actual de los mercados de carbono

Hoy por hoy hablar de mercados de carbono es hablar de Europa. El informe *State and Trends*

Hidrogena.



Para lograr hacer viables tecnologías como la eólica o la solar son necesarios incentivos adicionales o precios comparativos de energías fósiles mayores. Es esperanzador saber que China, el mayor mercado para producción de créditos de carbono, ha conseguido en 2010 ser también el mayor promotor de energía eólica del mundo, constituyendo un mercado para esta tecnología renovable tres veces superior al norteamericano

of the Carbon Markets 2010, del Banco Mundial, nos muestra que el 97% de las operaciones sobre derechos de emisión de CO₂ tienen su origen en nuestro continente. La situación es, por tanto, fácil de resumir, y es que por los motivos que comentaremos más adelante, el resto de las naciones firmantes del Protocolo de Kyoto no han desarrollado hasta la fecha su propio mercado de carbono, o, si lo han hecho, su volumen ha sido ínfimo frente a los 118474 MUSD que el ETS (con E de Europa) movió en 2009. El bloque de los 27 países que constituyen la Unión Europea, mantiene la posición más coherente entre los países desarrollados en relación con los objetivos comunes derivados de las COP de Copenhague y Cancún de limitar el incremento de temperatura en el planeta a 2 °C a finales del presente siglo. La Unión mantiene su senda de cumplimiento para el período 2008-2012 en línea con los objetivos de reducción del 8%, y ha aprobado objetivos de reducción del 20% para el año 2020, ampliables al 30% en caso de que se consiga un acuerdo internacional. El ETS encara su tercer período (2012-2020) habiendo pasado ya las primeras enfermedades infantiles (fraude, carrusel del IVA, sobreasignación

en el período experimental, robo de emisiones, etc.) con el propósito de unificar todos los registros nacionales en un único registro europeo, las reglas de asignación, el sistema de subasta etc., reformas necesarias para dotar de mayor rigor y control al sistema.

En el caso de Estados Unidos, la primera economía del mundo continúa dilatando la toma de un compromiso de reducción de emisiones, a pesar de los intentos de aprobar una norma que afronte el problema del cambio climático. No obstante, sí ha habido varios intentos de hacerlo; el último, la American Power Act (conocida popularmente como la Kerry Lieberman Bill, APA), debería haber sido votada en verano de 2010. Sin embargo, fue retirada y no fue sometida a votación al no contar con el número de votos necesarios para que la ley fuese aprobada. La APA preveía unos objetivos ambiciosos: (i) reducir en 2020 un 17% las emisiones tomando como referencia los niveles de 2005, aumentando el objetivo de reducción a un 80% en 2050; y (ii) establecer un sistema federal de *cap&trade* en 2013. No obstante lo anterior y si bien en la actualidad no se puede hablar de un mercado de carbono a nivel nacional, determinados estados norteamericanos sí han creado diversos programas estatales y regionales que están en funcionamiento o en desarrollo:

- (i) Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI): este programa incluye a estados de la costa este de EE.UU., comenzó en 2009 siendo el primer mercado regional de carácter obligatorio.
- (ii) The Western Climate Initiative (WCI): esta iniciativa incluye a diversos estados de EE.UU. y Canadá, incluyendo un sistema de *cap&trade* que comenzará en 2012 y estará, previsiblemente, totalmente instaurado en 2015.
- (iii) Midwestern Greenhouse Gas Reduction Accord (MAG): al igual que la anterior, esta iniciativa incluye diversos estados de los EE.UU. y una provincia canadiense.

No obstante el sistema prevé su entrada en vigor en 2012, pero todo apunta a que se retrasará.

- (iv) Sistema *cap&trade* de California: previsto por la Global Warming Solutions Act (AB 32) debe estar definido en 2011 con la intención de que dé comienzo en 2012.

Siguiendo con el repaso de las principales economías del mundo, China tiene el dudoso honor de ser el mayor emisor de gases de efecto invernadero en términos anuales del planeta, habiendo desbancado a EE.UU. en el año 2008. No obstante en términos absolutos (toneladas de CO₂ emitidas desde 1850 hasta 2007, según datos del World Resources Institute) se mantiene en el tercer lugar, por detrás de Estados Unidos y la UE. Esto, unido a sus bajas emisiones per cápita, son los motivos que aducen para no haber manifestado todavía metas absolutas de reducción, sino únicamente en base a reducciones de intensidad energética. Aun así, el gigante asiático es el principal vendedor de CER (*Certified Emission Reductions*) del mundo. A nivel voluntario y a través de colaboraciones entre los gobiernos municipales, se han establecido tres bolsas de intercambio de emisiones, en Beijing (CBE-EX, *China Beijing Environmental Exchange*), Tianjing (TEX, *Tianjing Climate Exchange*) y Shanghai (SEEE, *Shanghai Environmental Energy Exchange*). Se trata de pilotos para probar el uso de comercio de emisiones para apoyar la estrategia de mitigación del país, pero no involucran al gobierno central.

En otros países la situación de los mercados de carbono presenta sus propias peculiaridades. Japón se encuentra en el buen camino para obtener el objetivo de reducción asumido a nivel internacional. La tendencia del Gobierno japonés es clara, en el sentido de seguir invirtiendo en la lucha contra el cambio climático, ya sea desarrollando sistemas de reducción y compensación voluntaria de emisiones, sistemas obligatorios de *cap&trade* o, incluso, aprobando normas que supongan incentivos a las empresas que preserven el

medio ambiente o que las penalicen mediante la creación de los denominados “tributos verdes”. Australia es uno de los países más comprometidos en la lucha contra el cambio climático, no sólo por iniciativas en el marco del comercio de emisiones de gases de efecto invernadero, sino también por distintas iniciativas favorables a potenciar, entre otras, las energías renovables, la concienciación de la población en la lucha contra el cambio climático, y la participación en actividades regionales, bilaterales y multilaterales cuyo objeto es la conclusión de un acuerdo internacional sustitutivo del Protocolo de Kioto. No obstante lo anterior, el retraso en el CPRS (*Carbon Pollution Reduction Scheme*) ha supuesto un retraso en los objetivos de colaboración en la lucha contra el cambio climático propuestos por el Gobierno australiano. Los obstáculos políticos que el sistema australiano se ha encontrado en el camino de su aprobación van a suponer probablemente que el sistema deba modificarse y deba sustituir los actuales objetivos por otros menos ambiciosos. Y en Nueva Zelanda, se ha establecido un verdadero sistema de *cap&trade*, en el que las empresas incluidas en el ámbito de aplicación del sistema están obligadas a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. No obstante, el sistema, de nuevo por razones políticas, ha sufrido un retraso de dos años respecto de lo que estaba previsto.

– *Perspectivas futuras de los mercados de carbono*

Parece claro que cualquier solución vía mercados de carbono requiere la “deseuropeización” de los mismos, ampliándolos a las mayores economías del mundo: Estados Unidos, Rusia, China, India, Brasil, Japón, etc. La responsabilidad diferenciada de las economías emergentes, con emisiones históricas y per cápita muy inferiores a las de LA UE y EE.UU. fue recogida en el Protocolo de Kyoto. Este enfoque está impidiendo en la práctica que Estados Unidos consiga el consenso interno para promover una acción decidida, puesto que los detractores de las medidas anti-emisiones

toman fuerza apalancados en la dificultad de compatibilizar estas medidas con la salida de la crisis económica de 2008 y la falta de compromisos de los países emergentes. China y el resto de economías se escudan en la postura norteamericana para evitar compromisos adicionales. Véase el ejemplo de Canadá que, a pesar de ratificar el protocolo de Kyoto, abandonó su senda de cumplimiento dado el alto coste que les suponía y el mal ejemplo de su vecino del sur.

La coyuntura es, por tanto, propicia para que no haya ningún avance significativo en términos de tamaño absoluto del mercado de carbono hasta que el escenario político norteamericano pueda tomar un cambio de signo, con la posible excepción de iniciativas regionales como la de California, aún en fase de desarrollo. El nuevo Informe de situación (AR5) del IPCC con fecha de publicación 2013/2014 puede dar paso a una revisión en 2015 de los compromisos de reducción dentro de la convención marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático y propiciar de esta forma el nacimiento de nuevos mercados.

CONCLUSIONES

El futuro *mix* de energético habrá de combinar de un modo equilibrado el respeto al medio ambiente, la seguridad en el suministro y el coste. Una consecuencia de ello es la tendencia a un *mix* en el que las energías limpias tengan un peso cada vez mayor, aunque esta transición se producirá de un modo progresivo. No se trata únicamente de minimizar el impacto medioambiental, que es sin duda un tema crítico, sino también de asegurar el suministro y lograr una mayor independencia energética. La enorme dependencia de los combustibles fósiles que muestra nuestro sistema económico es insostenible, y hemos de buscar alternativas.

A día de hoy los mercados de carbono son una herramienta para incentivar un *mix* energético más verde por la vía de incorporar a los

A día de hoy los mercados de carbono son una herramienta para incentivar un *mix* energético más verde por la vía de incorporar a los combustibles fósiles parte del coste de sus externalidades negativas

combustibles fósiles parte del coste de sus externalidades negativas. Sin embargo lo cierto es que en la actualidad estos mercados se enfrentan a diversos problemas que no les han permitido alcanzar todo su potencial, y en los próximos años viviremos apenas una tímida expansión de los mismos bajo la influencia europea: la actual postura de la Comisión Europea es limitar la entrada de créditos de carbono procedentes de nuevos proyectos de mecanismos de desarrollo limpio a aquellos países que hayan firmado acuerdos bilaterales con la Unión, con la excepción de las economías más desfavorecidas. Estos acuerdos bilaterales deberían propiciar la creación de mercados de carbono locales, probablemente con un enfoque sectorial. Otros mercados de carbono como el japonés o el canadiense caminan hacia una fragmentación fuera del esquema Kyoto.

A medio y largo plazo, las tecnologías del hidrógeno y las redes inteligentes, una vez alcancen su madurez, contribuirán al mismo objetivo, aunque en este caso por la vía de mejorar la gestionabilidad de las energías renovables.

En todo caso, es inevitable que más pronto que tarde, no encontremos que tanto en la energía para el transporte como en la generación eléctrica, las energías renovables adquieran una relevancia cada vez mayor. Como hemos dicho, no se trata únicamente de medio ambiente. Se trata de sostenibilidad en su sentido más amplio, y que por tanto, debe considerar también las dimensiones social y económica. ❖