

Sr. Rector Magnífico de la Universidad de Salamanca,  
Excmo. Sr. Consejero de Educación de la Junta de Castilla y León,  
Sr. Rector Magnífico de la Universidad Pontificia de Salamanca,  
Excmo. Sr. Presidente del Consejo Social,  
Excma. Sra. Presidenta de las Cortes de Castilla y León,  
Sr. Delegado del Gobierno en Castilla y León,  
Excmo. Sr. Consejero de Economía y Empleo de la Junta de Castilla y León,  
Ilmo. Sr. Alcalde de Salamanca,  
Excmo. Sr. Presidente de la Diputación Provincial de Salamanca,  
Excmas. e Ilmas. Autoridades,  
Excmo. y Reverendísimo Monseñor Cecilio Raúl Berzosa, Obispo de Ciudad Rodrigo,  
Doctor Alberto de Miguel,  
Claustro de doctores,  
Señoras y Señores.

Quisiera comenzar esta intervención agradeciendo al Claustro de Doctores de la Universidad de Salamanca, a su Consejo de Gobierno, a la Facultad de Economía y Empresa, así como a la Escuela Politécnica Superior de Zamora, este Doctorado Honoris Causa que han decidido otorgarme y que recibo con profunda emoción, porque soy muy consciente de la significación académica, honorífica y profesional que esta distinción comporta.

Mi agradecimiento sincero también a D. Alberto de Miguel por su laudatio que, aunque exagerada en sus halagos, me llega muy hondo en un día como hoy. Esta laudatio me compromete a seguir asumiendo riesgos y desafíos, a hacerlo con honradez y entrega, y siempre en franca y leal colaboración con equipos profesionales, porque toda gestión exitosa requiere, sí, de liderazgo, pero, en la misma medida, de eficaces profesionales.

Como salmantino que ejerce de ello y reconocedor del enorme prestigio y proyección de esta Institución, es para mí un gran honor recibir su máxima distinción académica y estrechar aún más mis lazos afectivos con la que es la Universidad más antigua del mundo hispánico y una de las más longevas y relevantes de Europa que, en el año 2018, celebrará su Octavo Centenario.

Un ingeniero como yo, que se ha pasado la vida entre balances y cuentas de resultados, y que actualmente desarrolla su labor profesional al frente de Iberdrola, no podía dedicar esta intervención a otra cosa que no fueran unas reflexiones sobre el sector energético, un sector que, en la actualidad, se encuentra inmerso en una profunda transformación y que resulta absolutamente imprescindible para el crecimiento económico sostenido y sostenible de la sociedad en la que vivimos.

Porque, hoy por hoy, las reflexiones sobre la energía son auténticas reflexiones globales, multidisciplinarias y que conciernen a todas las ramas del saber y del conocimiento. La energía, sea cual sea su fuente de generación, es como el riego sanguíneo de los cuerpos sociales. Hace sostenibles y estables las sociedades desarrolladas, tiene la enorme posibilidad de rescatar de la pobreza a las que, por desgracia, llevan décadas instaladas en ella; y obliga a entender la naturaleza como proveedora esencial tanto en sus recursos finitos -petróleo, gas, carbón -como perdurables -el viento, el sol-.

La energía reta a la ciencia y reta a la conciencia. A la primera, para lograr obtener la savia generadora que mueve el mundo con menores costes materiales y medioambientales; y a la segunda, para extender su capacidad regeneradora a aquellos lugares del mundo que sin energía pierden cualquier ritmo de desarrollo.

Creo sinceramente que la energía concierne a todas las disciplinas universitarias, porque requiere regulación jurídica, tantas veces compleja; desafía a la defensa de la naturaleza para hacer compatible su generación con la sostenibilidad; crea empleo y multiplica oportunidades de investigación. Hablar de la energía, aunque sea desde una perspectiva de sector productivo, es hacerlo del nuevo músculo para el desarrollo de los pueblos y el bienestar de las naciones.

Es desde esta visión humanista, amplia y comprensiva, desde la que quisiera que fuera entendida esta intervención en un momento particularmente complejo y difícil, en el que nos enfrentamos al desafío de rediseñar nuevos modelos económicos que sustituyan a los que han quedado obsoletos con la recesión por la que atravesamos.

\*\*\*

Como ustedes saben bien, desde el origen de la humanidad, la incorporación del uso de la energía ha sido progresiva hasta convertirse en lo que hoy es, un pilar indispensable para el desarrollo económico y el bienestar.

Permítanme recordar que la revolución industrial iniciada en el siglo XVIII trajo consigo la irrupción de uno de los avances tecnológicos más importantes en nuestra historia moderna: la máquina de vapor. Esta hizo posible la utilización de la energía acumulada en el carbón a la industria textil, los transportes por ferrocarril y el transporte marítimo, sectores que experimentaron una rápida expansión.

A partir de ese momento, lenta pero inexorablemente, el carbón fue asumiendo el liderazgo como fuente energética del desarrollo económico, hasta producir, a principios del siglo XX, el 80% de la energía consumida en el mundo. Esta supremacía del carbón continuó hasta la II Guerra Mundial, momento en el que

se inicia el período de hegemonía energética del petróleo, que ha llegado hasta nuestros días.

Desde mediados del siglo XX, nuevas fuentes de energía han ido ganando peso paulatinamente: la energía hidroeléctrica, gracias al aprovechamiento de los grandes saltos de agua; la energía nuclear, a raíz de los avances científicos llevados a cabo en el campo de la física; el gas natural y, más recientemente, nuevas energías renovables, como la eólica.

Quisiera destacar que las crisis petrolíferas de los años setenta pusieron de manifiesto los elevados costes de la dependencia de un modelo energético basado primordialmente en esta fuente de energía -un recurso finito y concentrado en regiones políticamente inestables-, que puede, además, ser utilizado como arma política, afectando a las economías de los países consumidores.

Desde entonces, el mundo se encuentra en un período de transición en su modelo de crecimiento y en la gestión de sus necesidades energéticas, y camina necesariamente hacia un modelo menos intensivo en energía, que debe garantizar un suministro en cantidad y calidad suficientes, compatible, al mismo tiempo, con el mantenimiento del equilibrio medioambiental.

En este sentido, la experiencia acumulada ha demostrado que la electricidad -como fuente de aprovechamiento de energía- es imprescindible para propiciar el cambio del modelo energético actual hacia uno más seguro, sostenible y competitivo.

Desde sus orígenes, la electricidad ha ido transformando paulatinamente el sistema energético, gracias a la facilidad de su transporte, a la posibilidad de ser utilizada en diferentes formas (luz, calor o fuerza) y a la capacidad de poder obtenerse a partir de cualquier fuente de energía primaria.

Estas características de la electricidad explican el porqué esta ha ido ganando terreno a otras formas de energía, convirtiéndose en un input esencial para la mayoría de las actividades de las economías modernas y, con ello, en un factor estratégico para la industria y los servicios. Su relevancia viene determinada no solo por la intensidad de su uso en el resto de actividades, sino también por el elevado alcance que tiene como elemento dinamizador de la economía.

En su conjunto, el sector de la energía invierte alrededor de 15.000 millones de euros anuales en España, que son destinados al desarrollo de infraestructuras muy relevantes para la competitividad del país, y ello sin recurrir a los fondos de los Presupuestos Generales del Estado.

Además, genera un elevado número de empleos altamente cualificados, llegando a 400.000 la cifra de personas que trabajan actualmente en o para el sector energético español<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Se compone de empleos directos (202.400) e indirectos (198.000). Fuente: EPA IIIT 2011 y Tablas input-output del INE 2007.

Unido a ello, tiene un importante efecto tractor para la industria del país, ya que realiza compras a fabricantes y suministradores que rondan los 40.000 millones de euros anuales.

Todos estos aspectos, junto con su fuerte componente tecnológica, convierten al energético en un sector que puede ayudar a remontar la crisis económica que estamos atravesando.

En este punto, permítanme recordar unas palabras atribuidas a Albert Einstein, en las que se nos invita a reflexionar y a extraer el lado positivo de estos momentos de incertidumbres y dificultades: “No pretendamos que las cosas cambien, si siempre hacemos lo mismo. La crisis es la mejor bendición que puede sucederle a las personas y países, porque la crisis trae progresos, la creatividad nace de la angustia como el día de la noche oscura. Es de la crisis de donde nacen la inventiva, los descubrimientos y las grandes estrategias. Quien supera la crisis se supera a sí mismo sin quedar superado”.

\*\*\*

Rector, Sras. y Sres.,

En un día como hoy, quisiera decir muy claramente que, en el contexto actual, el modelo energético mundial -y el eléctrico en particular- es difícilmente sostenible económica y medioambientalmente, por lo que resulta imprescindible una profunda modificación del mismo, si queremos afrontar con éxito los retos que el sector tiene en el medio plazo.

Estos retos se resumen en una demanda creciente en el futuro, que será necesario suministrar de forma eficiente y segura; y unos precios al alza, derivados de la evolución de los de las materias primas, de las restricciones ambientales y de los mayores costes financieros que gravan las cuantiosas inversiones y que impactan en la competitividad de todos los sectores productivos.



Este diagnóstico tiene incluso mayor aplicación en el caso de España, ya que nuestra situación actual es más grave que la de los países de nuestro entorno. Por un lado, tenemos dos importantes problemas estructurales, como son la alta dependencia de las importaciones de materias primas energéticas y el escaso nivel de interconexión eléctrico y gasista existente. Por otro, el sistema está sufriendo las consecuencias de decisiones políticas, que han fomentado la producción con tecnologías poco eficientes y poco maduras, y no siempre respetuosas con el medio ambiente.

Precisamente, este hecho ha sido el principal causante del crecimiento exponencial en los últimos años de las primas a las energías renovables y la cogeneración (el llamado Régimen Especial), que han elevado significativamente los costes del sistema. Este aspecto, unido al mantenimiento de las tarifas de suministro oficiales sin reconocimiento de dichos incrementos de costes, ha generado un déficit de tarifa que es equivalente ya al 2% del PIB<sup>2</sup> de nuestro país, y que, por contar con el Aval del Estado en su titulización, afecta directamente a la consideración de la Deuda Pública.

De esta manera, el español es hoy uno de los sistemas europeos en los que el apoyo a estas energías supone un mayor coste por MWh (22 euros por MWh producido, frente a los menos de 11 euros en Alemania, los 3,3 euros en Reino Unido o los poco más de 1 euro en Francia), una circunstancia que ha sido

---

<sup>2</sup> Fuente INE. PIB 2010 España: 1.062.591 millones de euros.

destacada por el Consejo Europeo de Reguladores de Energía<sup>3</sup>, al alertar de la ‘burbuja renovable’ que se ha creado en España.

Por otra parte, al contrario de lo que ocurre con la eólica, las tecnologías solares hoy están lejos de constituir una solución ni en términos energéticos ni de competitividad. Así, su contribución a la producción del sistema es de sólo el 3% en la actualidad, mientras que suponen un 13% del coste total de producción. Este porcentaje seguirá incrementándose a medida que entren en servicio las nuevas plantas termosolares, y podría agravarse significativamente en los próximos años si permitimos que los errores ya cometidos con las plantas fotovoltaicas vuelvan a cometerse con la generación termosolar.

En este sentido, conviene resaltar que la implantación masiva de una tecnología sólo debe realizarse cuando la curva de aprendizaje la haga competitiva con otras soluciones energéticas renovables.

El caso de la fotovoltaica es un buen ejemplo de errónea planificación y regulación en este ámbito, ya que, si hubiésemos retrasado tres años la masiva instalación realizada en el año 2008, habríamos ahorrado, en términos de valor actual neto, un sobrecoste de 35.000 millones de euros<sup>4</sup> a pagar por los

---

<sup>3</sup> Council of European Energy Regulators: Report on Renewable Energy Support in Europe, Ref: C10-SDE-19-04<sup>a</sup>, 4-May-11.

<sup>4</sup> Este sobrecoste es la diferencia entre lo que cobran las instalaciones fotovoltaicas por haberse instalado en el año 2008 –accediendo a la retribución establecida en el RD 661 (460 €/MWh)- y lo que se les retribuiría si se hubieran instalado en la convocatoria del segundo trimestre de 2011 (150 €/MWh, estimación propia a partir de la potencia en funcionamiento bajo el RD 661 –suelo y techo-).

consumidores en los próximos años. Es decir, no se trata de no instalarlas, sino de esperar el momento en que empiecen a ser competitivas con otras alternativas.

Quisiera destacar que este convencimiento se basa en la propia experiencia de Iberdrola, empresa pionera en nuestro país en el desarrollo de todas las nuevas tecnologías renovables.

Otro aspecto a tener en cuenta es que las primas a las tecnologías no tradicionales suponen en la actualidad un coste medio de 250 euros anuales por cliente, cifra que podría aumentar hasta los 400 euros anuales al final de la década, si se lleva a cabo el Plan Energético Oficial a 20205, aprobado el pasado 11 de noviembre por el Gobierno en funciones.

El Plan se fundamenta en un crecimiento de la demanda muy superior al previsible6, prevé una contribución de las renovables al consumo final bruto de energía superior al compromiso europeo7 y se apoya, precisamente, en un desarrollo muy relevante de las tecnologías más caras, la termosolar y la fotovoltaica, lo que incrementará aún más el desfase entre la contribución de estas tecnologías a la producción del sistema (7,6%) y su peso sobre el coste total de producción (20,8%).

---

<sup>5</sup> Plan de Energías Renovables a 2020 (PER).

<sup>6</sup> Se asume un crecimiento medio anual de la demanda en el periodo del 2,4%.

<sup>7</sup> Contribución del 20,8%, frente al 20% del compromiso europeo.

En definitiva, España cuenta con un sistema eléctrico con un coste elevado, que lo será aún más en el futuro, si no tomamos medidas. Esta circunstancia es consecuencia del apoyo político a ciertas fuentes de energía, que antes he mencionado, y a las elevadas cargas fiscales que soporta la factura eléctrica.

Porque nuestro país, a pesar de contar con unos precios del mercado mayorista de producción -donde se refleja el precio de las tecnologías tradicionales- menores que en otros países europeos tiene, sin embargo, una factura eléctrica para un consumidor doméstico superior en un 11%<sup>8</sup> a la de la media de la Unión Europea<sup>9</sup>.

Y todo ello con una rentabilidad sobre activos de generación tradicional que apenas cubre los costes de capital.

Es, por tanto, urgente diseñar una estrategia para el sector clara y estable, que haga de la política energética una cuestión de Estado y que oriente apropiadamente las decisiones de los distintos agentes. Además, es fundamental establecer un marco jurídico y regulatorio predecible, que dé certidumbre a las

---

<sup>8</sup> Fuente: Eurostat. Precios para un consumidor doméstico con características de consumo entre 2.500 kWh y 5.000 kWh, con todos los impuestos incluidos. Datos primer semestre 2011. Para España, el precio se sitúa en 198 €/MWh.

<sup>9</sup> UE 27.

inversiones energéticas y confianza para acometer nuevos proyectos. En este sentido, una reciente encuesta realizada por el banco japonés Nomura entre inversores internacionales<sup>10</sup>, cita a España como el país entre los europeos con mayor riesgo político para las empresas eléctricas.

Y, para llevar a cabo los cambios que necesita el modelo energético español, es esencial que se realice una planificación completa y detallada, que dote de visión de largo plazo y que permita adoptar decisiones sobre las distintas opciones que se plantean. En esa planificación, deben trabajar de forma conjunta todas las fuerzas políticas, para alcanzar un consenso que transmita estabilidad y seguridad al sector.

Y este consenso no lo propugno sólo para el sector energético. En la difícil coyuntura en la que vivimos hemos de hacer un esfuerzo de acuerdo y entendimiento sobre todos aquellos actuales disensos que frenan nuestro desarrollo.

Porque, en estas fechas de tránsito de un Gobierno a otro, hay que hacer una apelación a la capacidad de negociación y de acuerdo para resolver los grandes asuntos pendientes que afectan a nuestra economía y a nuestra convivencia.

\*\*\*\*

---

<sup>10</sup> Publicada el 28/11/2011. El 74% de los inversores encuestados eligieron a España como el país con mayor riesgo político para las empresas eléctricas, frente a un 7,4% que escogió a Alemania, un 3,7% a Reino Unido, Italia y Portugal, y un 0% a Finlandia.

Sr. Rector, señoras y señores

Si queremos realizar una correcta planificación, es imprescindible analizar previamente las distintas tecnologías de generación, desde el punto de vista de seguridad de suministro, de competitividad y de impacto medioambiental, ya que todas ellas juegan un papel necesario en el suministro de la demanda. En este sentido, las tecnologías pueden clasificarse en dos grandes grupos, en función del origen y renovación del recurso energético: las energías convencionales y las energías renovables.

Por lo que se refiere a las energías convencionales, éstas incluyen la de ciclo combinado de gas, la nuclear y la térmica de carbón.

- La tecnología de ciclo combinado consiste en un proceso de aprovechamiento energético realizado en una turbina de gas y una de vapor. Así, el gas natural sirve de combustible para alimentar la turbina de gas, que utiliza el principio del ciclo termodinámico de Brayton<sup>11</sup> empleando como fluido el aire de la atmósfera, que se comprime y se calienta, generando potencia mecánica para mover el compresor y un generador eléctrico. Por su parte, los gases de escape producen vapor en una caldera y, con ello, mueven una turbina de vapor, que transforma la energía térmica en eléctrica según el ciclo termodinámico de Rankine<sup>12</sup>, consiguiendo con la combinación de ambos ciclos un rendimiento muy elevado, superior al 55%.

---

<sup>11</sup> El ciclo de Brayton (o ciclo Joule) es un ciclo termodinámico abierto de un fluido compresible (habitualmente aire), asociado generalmente a una turbina de gas. Consiste en introducir el aire en el compresor, donde es presurizado; a continuación este se conduce a través de una cámara de combustión, donde se quema combustible que calienta el fluido en un proceso a presión constante. El aire caliente presurizado se lleva a una turbina donde se expande cediendo su energía.

<sup>12</sup> El ciclo de Rankine es un ciclo termodinámico cerrado que, operando con vapor, convierte el calor en trabajo. El agua se calienta en una caldera hasta evaporarla -elevando la presión-; el vapor se conduce a una turbina donde produce energía cinética a costa de perder presión (expansión); el vapor restante se lleva a un condensador donde pasa a estado líquido, para entrar a continuación en una bomba que le aumentará la presión para nuevamente poder introducirlo a la caldera.

Este hecho, unido a la competitividad de sus costes de inversión (de sólo 1.000 dólares por kW instalado), a sus escasas emisiones (350 gr/kWh producido), y a su elevada firmeza y flexibilidad, hacen que sea una buena opción en términos de seguridad de suministro. Teniendo en cuenta las previsiones de los precios del gas a largo plazo y de las emisiones de carbono<sup>13</sup> de la Agencia Internacional de la Energía, ésta sitúa su coste de generación, según la tasa de descuento utilizada<sup>14</sup>, en el rango de 86-92 \$/MWh.

- Por lo que respecta a la tecnología nuclear, ésta se basa en la energía liberada en forma de calor en el proceso de fisión nuclear, para producir vapor de agua en una caldera a alta presión. Este vapor se expandirá en una turbina según el ciclo termodinámico de Rankine, generando trabajo mecánico en su eje que, al estar unido al de un generador eléctrico, producirá la energía eléctrica.

Esta tecnología genera electricidad de manera muy firme y fiable, con lo que contribuye significativamente a la seguridad del sistema funcionando en base<sup>15</sup>. Además, es una de las más económicas y de mayor estabilidad de

---

<sup>13</sup> El estudio de la Agencia Internacional de la Energía “Projected costs of generating electricity” (2010 Edition, Paris, OCDE Publications) considera un precio de las emisiones de carbono de 30 dólares/tonelada, un precio del gas natural de 35 dólares/MWh para OCDE Europa (10,3 dólares/millón de BTu) y un precio del petróleo de 100 dólares/barril.

<sup>14</sup> Del 5% o del 10%.

<sup>15</sup> La energía de base es aquella que aporta una alta seguridad de abastecimiento, pero que cuenta con poca flexibilidad –es difícilmente modulable-. Funciona a potencia constante durante un elevado número de horas, más de 7.000 al año.



costes en el largo plazo, situando la Agencia Internacional de la Energía<sup>16</sup> su coste de generación en el rango de 59-99 \$/MWh (en función de la tasa de descuento considerada), a pesar de contar con un coste de inversión elevado (del orden de 4.100 dólares por kW instalado). Desde el punto de vista medioambiental, contribuye significativamente a la sostenibilidad al no emitir CO<sub>2</sub>, si bien genera residuos radiactivos.

- En cuanto a las centrales de carbón, estas obtienen energía eléctrica a partir de la energía térmica liberada en la combustión de este combustible, produciendo vapor de agua que mueve una turbina según el ciclo de Rankine, pero generando humos compuestos mayoritariamente por CO<sub>2</sub> (750-950 gr/kWh), aunque también por óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas en suspensión.

Es una tecnología firme pero con gestionabilidad limitada. Su coste de inversión es el doble que el de un ciclo combinado (2.100 dólares por kW instalado), situándose su coste total de generación, a partir de las hipótesis de la Agencia Internacional de la Energía para el precio del carbón y de las emisiones de carbono, en los 65-80 \$/MWh<sup>17</sup>, al que hay que añadir el coste de cumplir con los requisitos medioambientales, que obligan a incorporar sistemas de mitigación de los contaminantes citados.

---

<sup>16</sup> Según el estudio de la Agencia Internacional de la Energía “Projected costs of generating electricity” (2010 Edition, Paris, OCDE Publications).

<sup>17</sup> El estudio de la Agencia Internacional de la Energía “Projected costs of generating electricity” (2010 Edition, Paris, OCDE Publications) considera el coste de generación de 65-80 \$/MWh como representativo para el conjunto de la OCDE. Se basa en un precio de las emisiones de carbono de 30 dólares/tonelada y un precio del carbón de 90 dólares/tonelada para la mayoría de las centrales de carbón de la OCDE (con la excepción de Australia -26,65 dólares/tonelada-, Estados Unidos -47,6 dólares/tonelada- y México -87,5 dólares/tonelada).

- Es importante destacar que, de cara al futuro, tanto las plantas de carbón como las de gas, deberán contar con sistemas de Captura y almacenamiento de carbono (CCS). Esta técnica consiste en separar el dióxido de carbono, concentrarlo y, finalmente, comprimirlo para su transporte a un almacenamiento geológico profundo que cumpla con los requisitos suficientes de seguridad y estanqueidad.

Estos sistemas se encuentran en este momento en estado experimental, existiendo grandes incógnitas tecnológicas y económicas derivadas de su coste de inversión -estimado en 5.600 dólares por kW instalado-, lo que hace que su viabilidad a escala comercial esté aún en fase de comprobación. Un buen ejemplo de esta tecnología es el proyecto pionero llevado a cabo por Iberdrola en la Planta de carbón de Longannet, en el Reino Unido, en el que se han obtenido valiosos resultados que podrán ser utilizados en los próximos años en el desarrollo de proyectos similares de captura de carbono en plantas de gas.

Siguiendo el repaso a las diferentes energías, quisiera ahora detenerme en las renovables, que, al contrario que las convencionales, no son predecibles ni gestionables, sino que funcionan según la disponibilidad de su recurso (viento, sol, agua) y no de las necesidades del sistema.

- En primer lugar, la generación hidroeléctrica, se basa en el aprovechamiento de la energía potencial disponible en una cantidad de agua, derivada de la diferencia de altura en una determinada orografía de un río, que se convierte primero en energía mecánica y, posteriormente, en electricidad. Dentro de estas se pueden distinguir entre las de gran embalse, fluyentes y de bombeo.

Esta tecnología, libre de emisiones, es el mejor complemento para gestionar la variabilidad de otras renovables debido a su firmeza y rápida capacidad de respuesta, especialmente en las regulables de gran embalse y las de bombeo. Además, es la única capaz no solo de suplir los defectos de producción de las renovables, sino también de absorber sus excesos de producción, activando la potencia de bombeo y almacenando la energía renovable excedente al trasladar el agua a depósitos situados en cotas elevadas.

Los costes de la hidroeléctrica vienen condicionados por la inversión -entre 2.000 y 6.000 dólares por kW instalado en función del emplazamiento-, situándose el coste de generación, según la Agencia Internacional de la

Energía, en el rango de 113-210 \$/MWh en función de la tasa de descuento empleada y la hidráulicidad del emplazamiento.

- Por lo que se refiere a la energía eólica terrestre, esta se basa en la transformación de la energía cinética del viento en energía mecánica de rotación y, finalmente, en eléctrica mediante generadores eléctricos. Desde el punto de vista técnico y económico, se trata de una tecnología que ya ha alcanzado el grado de madurez, como lo refleja el hecho de que en España ya se produzca más energía eólica que hidroeléctrica.

La energía eólica terrestre constituye una solución energética al contribuir al sistema, en términos de energía, de manera muy similar a su peso en el coste total de producción del sistema. Así, con un coste de inversión de 1.800 dólares por kW instalado, su coste total de generación se sitúa en los 97-137 \$/MWh según la Agencia Internacional de la Energía. Si bien es una tecnología poco flexible y gestionable, por la variabilidad del recurso, resulta muy beneficiosa en términos medioambientales, al no emitir CO<sub>2</sub> a la atmósfera y no precisar grandes extensiones de terreno.

- La eólica marina, surge como una derivada de la terrestre, con la gran distinción del medio en que se localiza, lo que le confiere un carácter tecnológico diferente y de mayor complejidad, no sólo por la agresividad del mar para los materiales, sino también por la dificultad de realizar operaciones de construcción y mantenimiento.

Por ello, es fundamental tener en cuenta su distancia a la costa -para la evacuación eléctrica- y la profundidad marina -para determinar la cimentación a utilizar-. Con todo, los costes de inversión de esta tecnología son significativamente más elevados (entre 4.200 y 5.600 dólares por kW instalado), situándose su costes de generación en el entorno de los 167-225 \$/MWh, si bien se esperan reducciones importantes en los próximos diez años.

- Por su parte, la energía fotovoltaica se basa en la captación de energía solar y su transformación en energía eléctrica mediante módulos compuestos por células, que, al estar formados por materiales sensibles a la luz, desprenden electrones cuando los fotones inciden sobre ellos, convirtiendo la energía luminosa en eléctrica. Esta tecnología cuenta con unos elevados costes de generación que, según la Agencia Internacional de la Energía, ascendían a 411-617 \$/MWh -aunque se han reducido sustancialmente en la actualidad hasta niveles inferiores a los 200 \$/MWh-, y unos costes de inversión entre 2.000 y 4.000 dólares por kW instalado para el mercado europeo<sup>18</sup>.

En términos medioambientales, la energía fotovoltaica no produce emisiones, aunque emplea pequeñas cantidades de agua para limpieza y requiere grandes extensiones de terreno. Su aportación a la seguridad de suministro es muy limitada, ya que no es firme ni gestionable.

- Por último, la tecnología termosolar funciona con irradiación solar directa, calentando un fluido caloportador (normalmente, aceite térmico) que a su vez calienta y produce vapor de agua, y mueve un turbo-generador convencional, donde se produce la energía eléctrica, siguiendo el principio termodinámico del ciclo de Rankine (como en las centrales nucleares y en las térmicas de carbón). El aceite térmico precisa quemar gas natural para

---

<sup>18</sup> Calculados con base en un coste de paneles de entre 0,7 y 1,4 euros/W (1 \$/W- 2 \$/W), con la hipótesis de que este coste representa el 50% del coste total de inversión.

prevenir su solidificación durante los períodos nocturnos y los períodos diurnos en los que la radiación solar no es suficiente.

En términos económicos, esta es la tecnología de mayor coste en la actualidad -sus costes de inversión se sitúan cerca de los 6.300 dólares por kW instalado-, y su coste de generación asciende hasta los 211-323 \$/MWh según la Agencia Internacional de la Energía.

En términos de contribución energética, esta tecnología es poco flexible y gestionable, aun considerando la posibilidad de contar con almacenamiento, que puede también añadirse a otras tecnologías, como la fotovoltaica (a través del uso de baterías), o a la eólica (mediante la utilización complementaria del bombeo).

Además, desde el punto de vista medioambiental, emite en el entorno de 185 gramos de CO<sub>2</sub> por cada kWh -la mitad que una planta de ciclo combinado-, precisa de grandes extensiones de terreno y requiere disponer de una cantidad significativa de agua (10 litros/kWh), similar a la de plantas de carbón puesto que funcionan con el mismo ciclo termodinámico.

Por último, para concluir el análisis de las energías renovables, quisiera abordar el grado de imbricación de cada tecnología con el tejido nacional. Esta difiere de manera significativa entre ellas, teniendo una mayor participación nacional en el

volumen de inversión la energía eólica, con un 85%. Por el contrario, en el caso de las solares, más de la mitad de los equipos son importados.

En términos de empleo, en el año 2010, estas tecnologías supusieron cerca de 90.000 puestos de trabajo<sup>19</sup> -de modo directo e indirecto-, si bien hay que destacar que, de ellos, los empleos industriales estables y consolidados<sup>20</sup> ascienden a 50.000, correspondiendo el 80% de ellos a la eólica (40.000). Por su parte, el empleo en la fotovoltaica es cuatro veces menor (10.000), mientras que la termosolar tan sólo representa cerca de 1.000 empleos.

Dadas las características de las tecnologías renovables, como ya he avanzado, los sistemas de almacenamiento de energía constituyen, como ya he avanzado, una alternativa para aprovechar toda la energía eléctrica sobrante que se produce en las horas de poco consumo.

Entre los sistemas de almacenamiento existentes, quisiera mencionar la tecnología hidroeléctrica de bombeo, como la más eficiente en sistemas interconectados. En sistemas aislados, las baterías -capaces de almacenar electricidad en forma de energía química- y las sales fundidas -con un alto calor específico que les confiere gran capacidad de almacenamiento-, son las tecnologías más apropiadas, aunque todavía su coste sea poco competitivo.

---

<sup>19</sup> Fuente: Instituto Sindical de Trabajo Ambiente y Salud (ISTAS), en el documento Plan de Acción Nacional de Energías Renovables 2011-2020, de junio de 2010, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

<sup>20</sup> Estables y consolidados son los empleos dedicados a ingeniería, fabricación y operación y mantenimiento.



Como resumen de todo lo analizado sobre las distintas tecnologías, podemos concluir que una correcta planificación requiere decidir cuánta potencia de cada tipo de energía es necesaria para mantener el equilibrio entre la producción y la demanda en todo momento, intentando minimizar el impacto económico.

Esta planificación debe ser la base de un nuevo modelo energético que, a mi juicio, debe tener cinco objetivos principales:

- En primer lugar, la garantía de suministro, con el fin de asegurar la cobertura de la demanda;
- En segundo lugar, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, según los compromisos de nuestro país en materia de cambio climático;
- El tercer objetivo es la eficiencia económica, tanto en inversión como en costes, que mejore la competitividad de la economía;
- El cuarto, la reducción de la dependencia exterior, disminuyendo la vulnerabilidad en términos de riesgos de precio y geopolíticos;
- Y, finalmente, garantizar la contribución al crecimiento de la economía española, ya que el modelo energético -según he apuntado anteriormente- puede y debe tener un impacto positivo sobre la balanza comercial, así como sobre el desarrollo industrial y la creación de empleo.

Pero, como resulta lógico, el contexto energético español y su marco regulatorio no se pueden aislar del entorno global y europeo, que determinan las decisiones de los agentes.

Así, desde el punto de vista global, los objetivos en materia de lucha contra el cambio climático condicionarán las decisiones de inversión.

Tras el Protocolo de Kioto, en el que España asumió el compromiso de limitar su incremento global de las emisiones de CO<sub>2</sub> a un máximo del 15% en 2012 respecto a 1990, el futuro va a estar determinado por los avances de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP) de Cancún, así como por los acuerdos que eventualmente se alcancen en la Conferencia de Durban que se está celebrando estos días.

En el contexto europeo, el marco básico de las políticas energéticas europeas viene determinado por los objetivos "20/20/20", aprobados en el Consejo Europeo de marzo de 2007, que plantean para el año 2020 una mejora de la eficiencia energética del 20%, una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> del 20% respecto a las de 1990 y un objetivo de participación de renovables del 20% en el conjunto del consumo de todos los tipos de energía final.

El balance eléctrico para 2020 se realizaría partiendo de una demanda nacional estimada en barras de central de 300 TWh en 2020 -en lugar de los 350 TWh previstos en el Plan Energético Oficial<sup>21</sup>-, lo que supone un ritmo de crecimiento del 0,8% interanual desde el año 2010.

Esta previsión se basa, por un lado, en el decrecimiento de un 0,07% anual de la población a 2020, según las últimas cifras del Instituto Nacional de Estadística; y por otro, en un crecimiento económico del 1,52%<sup>22</sup> de media contemplado por el Fondo Monetario Internacional; así como en la mejora moderada de la eficiencia energética doméstica y tendencial en la industria para alcanzar el objetivo europeo; y, finalmente, en la introducción del vehículo eléctrico y en una mayor electrificación del transporte, de acuerdo con las previsiones de la Agencia Internacional de la Energía.

El balance contemplaría, asimismo, una potencia punta de 55.500 MW en 2020 y un índice de cobertura del 1,1, valor comúnmente aceptado como límite para garantizar la cobertura de la demanda.

A mi juicio, un aspecto esencial del nuevo modelo deberá ser el cumplimiento estricto del objetivo de energías renovables planteado por la Unión Europea para

---

<sup>21</sup> Plan de Energías Renovables a 2020 (PER), aprobado el 11 de noviembre de 2011 por el Gobierno en funciones.

<sup>22</sup> Estimaciones de crecimiento del PIB del Fondo Monetario Internacional hasta 2016, y propias a partir de dicho año.

España, que supone una participación de estas energías del 20% sobre el consumo final en 2020 y del 42% en la producción bruta de electricidad en barras de central, lo que supone 126 TWh<sup>23</sup>.

Dicha producción renovable deberá ser cubierta por las diferentes tecnologías, en función de su coste de producción y de inversión, así como de su impacto ambiental, priorizando aquellas más eficientes. En este sentido, la eólica debería incrementarse en 14.000 MW hasta los 34.000 MW; la fotovoltaica en casi 1.000 MW hasta los 5.100 MW; y mantener la termosolar en los niveles actuales (1.200 MW). En el resto de tecnologías renovables, deberían construirse 1.700 MW, mayoritariamente en biomasa y minihidroeléctrica, hasta los 4.500 MW en 2020.

Asimismo, serían necesarios 3.400 MW de cogeneración adicionales, hasta llegar a los 10.400 MW

Por otro lado, deberíamos disponer de los ciclos combinados de gas existentes (27.200 MW), de todas las centrales nucleares que cuentan plenas garantías de seguridad (casi 8.000 MW) y también de 8.000 MW de carbón. En este último caso, hay que señalar que aquellas plantas que no hayan invertido en desulfuración y desnitrificación deberán cerrar a lo largo de esta década.

---

<sup>23</sup> El Plan de Energías Renovables a 2020 (PER) establece una contribución del 20,8% de las renovables sobre el consumo final y una producción eléctrica renovable de 146 TWh.

Finalmente, en cuanto a tecnología hidroeléctrica, habría que aumentar la capacidad existente en 500 MW a través de repotenciaci3nes hasta alcanzar los 14.700 MW. Por otro lado, deberían construirse 3.200 MW adicionales de bombeo hasta situarse la potencia total en los 5.700 MW.

Para llevar a cabo esta planificaci3n, serían necesarias inversiones por más de 36.000 millones de euros<sup>24</sup> en nueva capacidad.

Como resultado, el mix de producci3n resultante sería equilibrado, con una contribuci3n similar de las tecnologías térmica (24%), eólica (21%) y nuclear (18%), y una aportaci3n del 12% de la hidroeléctrica<sup>25</sup> y del 5% de la solar, quedando el 20% restante cubierto básicamente por cogeneraci3n y biomasa.

Además, esta estructura de producci3n mejoraría las sostenibilidad medioambiental del sistema, dado que las emisiones asociadas se situarían en términos unitarios en, aproximadamente, 0,24 toneladas de CO<sub>2</sub> por cada MWh producido<sup>26</sup>, un 10%<sup>27</sup> menores que las de la media de los últimos tres años y casi la mitad<sup>28</sup> que las comparables de 1990. En total, este mix generaría en torno a 80 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, por lo que sería un 20% menos emisor que el aprobado en el Plan Energético Oficial para 2020<sup>29</sup>.

---

<sup>24</sup> Inversiones en euros constantes de 2010.

<sup>25</sup> Incluyendo hidroeléctrica de Régimen Ordinario, minihidroeléctrica y bombeo.

<sup>26</sup> Las emisiones totales ascienden a 80,0 millones de toneladas CO<sub>2</sub>.

<sup>27</sup> Emisiones unitarias de 0,266 toneladas de CO<sub>2</sub> por cada MWh en el periodo 2008-2010. La media del total de emisiones del periodo asciende a 72,3 millones de toneladas, según el Análisis Global y Sectorial 2010 de la Oficina Española de Cambio Climático (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino).

<sup>28</sup> Emisiones unitarias de 0,422 toneladas de CO<sub>2</sub> por cada MWh en 1990, siendo las totales de, 64,5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>.

<sup>29</sup> Las emisiones totales del Plan Energético Oficial alcanzarán las 99,2 millones de toneladas CO<sub>2</sub>. El incremento de emisiones se debe, por un lado, al mayor funcionamiento del carbón y de los ciclos respecto al escenario

Además, sería necesario destinar más de 19.000 millones de euros<sup>30</sup> a las redes de distribución, tanto para las recurrentes como para el desarrollo de las llamadas redes inteligentes, y cerca de 11.000 millones de euros<sup>31</sup> para las redes de transporte de electricidad, las interconexiones con nuestros vecinos y la evacuación de la energía de las nuevas centrales renovables que se construyan.

Por lo que se refiere a los costes totales de suministro del sistema, estos alcanzarían, en términos constantes<sup>32</sup> y netos de impuestos y cargas, algo más de 40.000 millones de euros en 2020<sup>33</sup>, por lo que el coste medio de suministro<sup>34</sup> previsto en este horizonte temporal tendría un crecimiento interanual de tan sólo el 1,9% en el periodo.

---

propuesto y, por otro, a la mayor capacidad y producción de la tecnología termosolar (2,66 Mton CO<sub>2</sub> emitidas frente a 0,62 Mton CO<sub>2</sub>). Las emisiones unitarias de este escenario se sitúan en 0,259 toneladas de CO<sub>2</sub> por cada MWh producido.

<sup>30</sup> Inversiones en euros constantes 2010.

<sup>31</sup> Inversiones en euros contantes 2010 contempladas en la Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas 2012-2020.

<sup>32</sup> Costes de suministro en euros constantes 2010.

<sup>33</sup> Considerando las hipótesis contempladas en el Plan Energético Oficial a 2020: precio del Brent en 107 \$/barril en 2011 y 110 \$/barril en 2020.

<sup>34</sup> El coste medio de suministro se situaría en el entorno de los 147,7 euros/MWh.

Quisiera destacar que el mix planteado implicaría unos costes de suministro inferiores en un 20% a los del aprobado en el Plan Energético Oficial para 2020<sup>35</sup>.

A este notable incremento de eficiencia en el suministro de energía, habría que añadir los beneficios provocados por el hecho de que la mayor parte del esfuerzo inversor se destinaría a industrias españolas, al apostar por tecnologías con un fuerte componente de contribución nacional. Ello permitiría el mantenimiento o la creación de cientos de miles de puestos de trabajo.

Con todo, podemos concluir que, un mix como el planteado tendría significativos beneficios frente al aprobado en el Plan Energético Oficial, no sólo desde el punto de vista medioambiental –por emisiones inferiores<sup>36</sup>-, sino también desde la perspectiva económica, tanto por la menor dependencia exterior<sup>37</sup> y el inferior coste de suministro<sup>38</sup>, como por las menores necesidades de inversión<sup>39</sup> - factor especialmente importante en estos momentos de escasez de recursos financieros-, creando, además, más empleo estable.

---

<sup>35</sup> Los costes totales de suministro alcanzarían, en euros constantes 2010, casi los 50.000 millones de euros. Valoración de la Planificación Indicativa –según lo dispuesto en la Ley 2/2011, de 4 de Marzo, de Economía Sostenible.

<sup>36</sup> Inferiores en un 20% en 2020 (emisiones de 80,0 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> en el mix planteado frente a 99,2 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> en el Plan Energético Oficial).

<sup>37</sup> Inferior, para el sector eléctrico, en un 23,6% que la dependencia energética exterior del Plan Energético Oficial (23,3 Mtep de energía primaria procedente del exterior en el mix planteado –de un total de energía primaria consumida de 50,7 Mtep-, frente a 30,5 Mtep en el Plan Energético Oficial –de un total de 58,3 Mtep-). Es decir, supone un ahorro de 53 millones de barriles equivalentes de petróleo en 2020.

<sup>38</sup> Inferior en 9.700 millones de euros en 2020, es decir, un 20% menor (40.300 millones de euros de coste de suministro en el mix planteado frente a 50.000 millones de euros en el Plan Energético Oficial).

<sup>39</sup> Inferiores en cerca de 20.000 millones de euros (inversiones totales en torno a 66.000 millones de euros en el mix planteado frente a 86.000 millones de euros en el Plan Energético Oficial).

Pero esta propuesta de planificación debe ir acompañada de algunas reflexiones y, en su caso, decisiones regulatorias, dado que, a día de hoy, más de la mitad de los costes incluidos en la factura eléctrica no están relacionados con el suministro de electricidad, sino con decisiones políticas tales como el suministro eléctrico a las islas, la financiación de los déficit de años anteriores, los costes sociales de la minería del carbón o la tarifa social, además de un sinfín de tasas e impuestos de ámbito local, autonómico o estatal.

Además, de cara al futuro, habrá que tener en cuenta, por un lado, los acuerdos sobre descarbonización de la Unión Europea para 2050; y, por otro, los avances tecnológicos que en este periodo se realicen, tanto en energías renovables hoy no maduras, como en secuestro y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, y en la tecnología nuclear, que permitirán la reutilización de parte de los residuos actuales como nuevo combustible.

Quisiera subrayar que el modelo energético que proponemos es el que a lo largo de estos años Iberdrola ha ido aplicando con notable éxito en los principales países en los que está presente (Estados Unidos, Reino Unido, Brasil y México), y que le ha situado a la cabeza de los índices mundiales en sostenibilidad, aprendiendo, además, que una inadecuada planificación puede traer consecuencias catastróficas para el crecimiento económico, como ocurrió en Brasil a principios de la pasada década y que sirvió para que, tomando las decisiones oportunas a posteriori, sea hoy uno de los mercados más estables, predecibles y con mayor crecimiento.

\*\*\*

Para finalizar esta intervención, quisiera reiterar mi agradecimiento sincero a la Universidad de Salamanca, representada en este acto por su Rector, así como a



su Claustro de Profesores y Alumnos. Pueden estar seguros de que este Doctorado constituye, desde hoy, un importantísimo patrimonio personal que llevaré siempre conmigo con enorme orgullo y profundo respeto.

Asimismo, quiero dar las gracias a mi equipo de colaboradores en Iberdrola y en el resto de empresas en las que he desarrollado mi actividad profesional, tanto a sus consejos de administración y sus equipos directivos, como a todos sus trabajadores y representantes sindicales, por su ayuda constante y sus enriquecedoras enseñanzas.

Por supuesto a mi familia, por el apoyo que siempre me brinda. En especial, a mi esposa, Isabel, por su paciencia infinita y su comprensión. Sin ella, nada de lo hago sería posible.

Y también a mis hijos, María, Teresa, Nacho y Pablo. Ellos representan el futuro, un futuro al que ellos y todos los jóvenes deben enfrentarse cada día con valentía y determinación, elementos esenciales para construir una sociedad mejor y más justa en la que podamos aspirar a cada vez mayores cotas de progreso y bienestar dentro de este mundo global en el que vivimos.

Porque, como decía don Miguel de Unamuno “miremos más que somos padres de nuestro porvenir que no hijos de nuestro pasado, y en todo caso nodos en que se recogen las fuerzas todas de lo que fue para irradiar a lo que será” 40.

Muchas gracias.

---

<sup>40</sup> UNAMUNO, Miguel de. *Vida de Don Quijote y Sancho según Miguel de Cervantes Saavedra*. 2ª ed. Madrid: Renacimiento, 1914. p. 135.