

Escenarios energéticos. La encrucijada española.

Emilio Menéndez Pérez

Dr. Ingeniero de Minas. Profesor UPM y UAM. COFIS- Medio Ambiente

El cambio climático, el encarecimiento de los combustibles fósiles y la necesidad de un modelo de desarrollo sostenible que permita el acceso a la electricidad a todos los seres humanos hacen necesario un cambio en la actual política de consumo energético, sin que ello suponga una limitación al crecimiento económico. Nuevas políticas de transporte, el gas natural, las energías renovables y los biocombustibles líquidos pueden ser las claves para un uso más eficiente de la energía.

La sociedad vive en general confiada en que la energía comercial es abundante, no tiene por qué encarecerse de forma significativa y que los problemas ambientales derivados de los usos energéticos son controlables.

Energía, aspectos críticos

Frente a esto hay posiciones críticas que van calando en nuestra sociedad y que se pueden centrar en dos aspectos básicos:

- el cambio climático es un fenómeno crítico que debería modelar nuestros esquemas energéticos, derivarlos hacia modelos de menor aporte de carbono a la atmósfera, y esto hacerlo lo más pronto posible.

- la disponibilidad de combustibles fósiles es amplia en teoría, pero el coste de su adquisición grava ciertas economías de forma significativa. Un previsible encarecimiento de esos combustibles situaría en muy malas condiciones de viabilidad a un buen número de países.

Todo ello sin olvidar que una parte importante de la Humanidad no tiene acceso a la energía comercial.

Usos energéticos

La energía se une al desarrollo económico: hay una cierta relación entre el consumo energético, el crecimiento de la economía y la creación de empleo. Una clave de futuro está en reconducir el esquema, aunque no es nada fácil. Nos hemos convertido en una sociedad en que todo se mueve y en ese movimiento reside la actividad económica, pero también el consumo de energía. Revisemos cuatro conceptos al respecto.

- **Transporte.** Tanto de personas como de mercancías. Supone ya más de un tercio del consumo energético total, y camina a ser la mitad de éste. Es una actividad energéticamente ineficiente. Se utiliza la carretera, en vez del ferrocarril o el barco, pero además el automóvil tiene un

rendimiento de menos del 20%. En España hay que señalar a este respecto: la pérdida del ferrocarril y el gran número de personas que viven de la carretera, pues somos el quinto fabricante de automóviles, en buena medida dirigidos a la exportación, aunque una buena parte del empleo se relaciona con esta industria; somos el segundo país en volumen económico de turismo, el que se identifica con la movilidad, pero además crea un gran número de puestos

de trabajo: el 10% del total español.

- **Servicios y usos domésticos.** Suponen una buena parte del consumo de electricidad, que además resulta creciente. Aumenta el número

Figura 1. Distribución de inversiones en el sistema energético

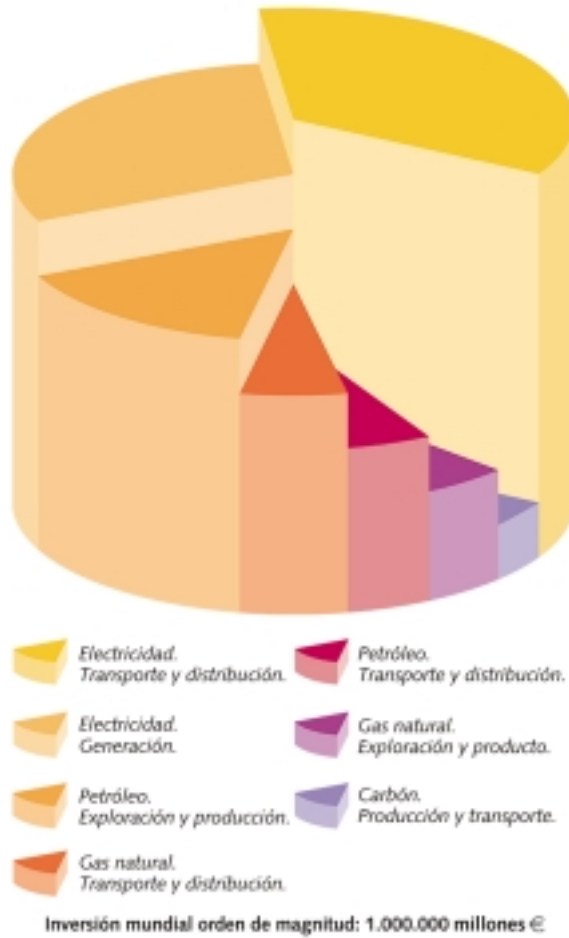
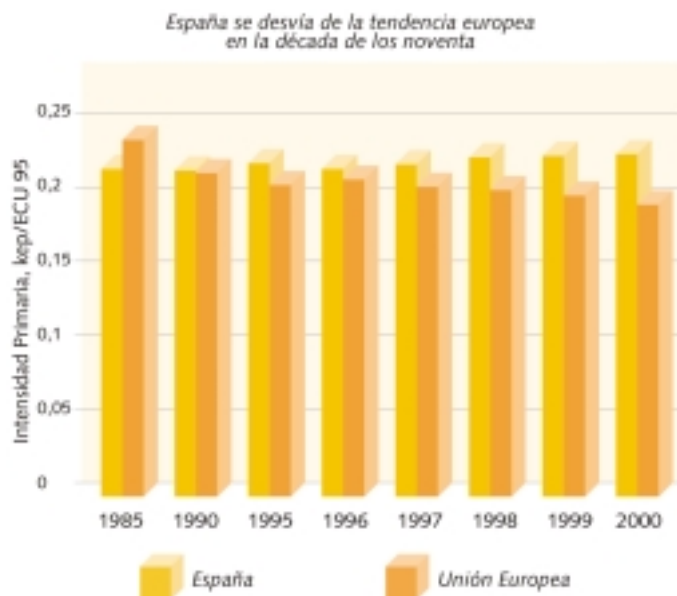


Figura 2. Evolución de la intensidad energética



Se estima que casi 2.000 millones de personas no disponen de conexión a redes eléctricas. El desarrollo sostenible exige el acceso de esas personas a la energía y a otros servicios como el agua o la sanidad y a la educación, tal cual nos recuerda la Cumbre de Johannesburgo.

En este contexto surgen debates con propuestas de cambio, algunos de los cuales se analizan aquí pensando en el caso español, pero sin olvidar que la energía se encuentra en un ámbito progresivamente globalizado. Se busca llegar a modelos en los cuales se potencie la eficiencia energética y la utilización de vectores de bajo o nulo contenido en carbono, aunque no siempre se trabaja con firmeza al respecto.

Esos modelos, en la opinión de científicos y técnicos, podrían plasmarse en realidades en tres o cuatro décadas, mientras que a corto plazo se tendrían escenarios de transición. Un aspecto crítico con respecto a estas capacidades de actuación es el volumen de las inversiones en nuevos esquemas; la energía es un servicio intensivo en capital. Se estima que en la actualidad el orden de magnitud de la inversión mundial en un año promedio es de un billón, millón de millones, de euros, si se tratara de crear y mantener un servicio energético razonable. (Fig. 1).

Un cambio drástico hacia unos modelos energéticos más asumibles, ambiental y socialmente, implicaría un esfuerzo económico importante,

que es preciso plantear a la sociedad para entre todos encontrar soluciones factibles y rápidas, tanto para los países desarrollados como para aquellos con escasez de recursos.

de emplazamientos para prestación de servicios, sean éstos necesarios o suntuarios. El turismo y la diversión los demandan, pero también ciertas necesidades sociales. Las viviendas tienden a ser unipersonales o poco más y la cifra global de electrodomésticos crece. En España hay que volver a citar el turismo, pero también el hecho de que sólo una de cada diez viviendas dispone de aire acondicionado.

- **Industria.** Fue el gran consumidor en décadas pasadas. En la actualidad la industria básica se desplaza hacia países en vías de desarrollo. El caso del aluminio en Brasil es muy significativo. Es llamativo el incremento de consumo de artículos de usar y tirar: papel, celulosa, vidrio, aluminio, plástico, etc, que tienen una fuerte componente energética. En España hay una componente importante de industria básica: acero, cemento, aluminio, más otras ligadas a la construcción, cerámica por ejemplo, todas ellas de fuerte consumo energético.

- **Ciudades y áreas metropolitanas.** La Humanidad se concentra en espacios urbanos de forma progresiva, en ellos la demanda de transporte y servicios es la mayor componente del sistema energético; se camina hacia que la mitad de la demanda energética se concentre en estos espacios. En el VI CONAMA se tratará de forma específica este tema.

La demanda de energía primaria en España sobrepasa los 125 millones de tep, algo más del 1% mundial. Las tres cuartas partes de esa energía proviene de suministros externos. El ahorro y la gestión de la demanda de energía se nos presenta como el aspecto más importante en los modelos de futuro. Es necesario un diálogo social y un presupuesto participativo en todas las cuestiones energéticas y ambientales, para mejorar los modelos de consumo y para asumir esquemas de abastecimiento energético. No olvidemos además

que la intensidad energética ha crecido sensiblemente en los últimos años, sobrepasando la media europea (Fig. 2).

Sistema eléctrico

La electricidad consume un tercio de la energía primaria en el mundo desarrollado, pero por el contrario, tal como se ve en la fig. 1, implica dos tercios de las inversiones totales en el sistema energético. Esto induce a varios hechos sobre los cuales reflexionar:

- las tremendas dificultades de los países en vías de desarrollo para hacer llegar la electricidad a la totalidad de sus ciudadanos. La privatización buscaba entre otros hechos incrementar la capacidad de inversión en el servicio eléctrico,

“Hay posibilidades de inducir políticas y culturas de menor uso del automóvil privado, de reducir su uso en las ciudades, mejorando la calidad de vida en éstas, lo que reduciría sensiblemente el consumo energético y las emisiones de CO₂”

- la tendencia a buscar tecnologías de generación de baja inversión específica, que implican, por otro lado, una dependencia del gas natural o de los derivados del petróleo. La fig. 3 compara niveles de inversión por unidad de potencia instalada,

- las dificultades para hacer avanzar de forma rápida a las energías renovables, ya que éstas suponen un rango de inversión mayor que el correspondiente a varias opciones convencionales.

Los sistemas eléctricos se estructuraron en un marco regulado a lo largo de la segunda mitad del siglo XX. Las necesidades de elevadas inversiones: energía hidráulica, centrales de carbón y nucleares, obligaban al “reconocimiento de la inversión”,

característica básica de la regulación. La liberalización se ha unido de forma preferente a la generación con gas natural, que implica menores inversiones específicas.

El gas natural tiene la ventaja de que su emisión de CO₂, menos de 400 gr/kWh, es más pequeña que la correspondiente al carbón, del orden de 1,2 kg/kWh. Pero la tendencia a ubicar varios grupos de ciclo combinado juntos, y próximos a los núcleos urbanos, introduce un problema de concentración de emisiones (CO y NO_x) en esos entornos, que ya soportan los mismos contaminantes procedentes de la automoción.

Combustible para transporte

El transporte, en el caso español, consume dos tercios de los derivados del petróleo, incluyendo aviación y transporte por carretera, fig. 4. Supone ya un tercio de las emisiones de CO₂, y en su crecimiento previsto radica el aspecto más crítico de nuestro incumplimiento de los compromisos de Kioto.

Hay posibilidades de inducir políticas y culturas de menor uso del automóvil privado, de reducir su uso en las ciudades, mejorando la calidad de vida en éstas, lo que reduciría sensiblemente el consumo energético y las emisiones de CO₂. La introducción de biocombustibles en automoción no contabiliza sus emisiones por la consideración de ciclo cerrado de carbono para la biomasa. Otra posibilidad es consumir gas natural, con tecnologías ya utilizadas, que reducen un tercio las emisiones específicas de CO₂.

En el futuro, más allá de la década que se contempla en los análisis convencionales, las celdas de combustible permitirán el uso de hidrógeno procedente del gas natural, de los bioalcoholes, o hidrógeno de electrólisis del agua con energía eólica, como vector energético de cero carbono.

Gas natural

La evolución del esquema energético se puede plantear en base a desarrollar el uso del gas natural, sustituyendo en buena medida a otros vectores primarios. En España se asume una penetración fuerte que pudiera apuntar hacia dos esquemas de evolución de la demanda, la cual recordemos en la actualidad se acerca a los 20 billones, miles de millones, de metros cúbicos, bcm.

- El previsto, que significa una lenta introducción de las centrales de ciclo combinado. Supondría algo menos de 40 bcm en el año 2010 y unos 60 bcm en el año 2020.

- Otro de fuerte penetración, que incluiría una mayor presencia de ciclos combinados, cogeneración, y sobre todo uso del gas natural en transporte. Este podría llevarnos a una demanda de 40 bcm en el año 2010 y a 80 bcm en el año 2020.

La primera cuestión es disponer de infraestructuras de llegada de gas natural, tanto mediante gasoducto: la conexión con Francia, el actual desde Marruecos y el que previsiblemente unirá Argelia con el Sureste de España, como de plantas de regasificación para metaneros, las existentes: Barcelona, Cartagena y Huelva, y las proyectadas: Sagunto, Ferrol y Bilbao; a las que añadir la portuguesa de Sines. Existen críticas sobre la idoneidad de ubicación de alguno de los proyectos o la falta de previsión de futuro. Sería deseable una mayor información y un diálogo social al respecto, ya que no parece que con el listado anterior se

Figura 3.
Inversión específica en generación eléctrica convencional

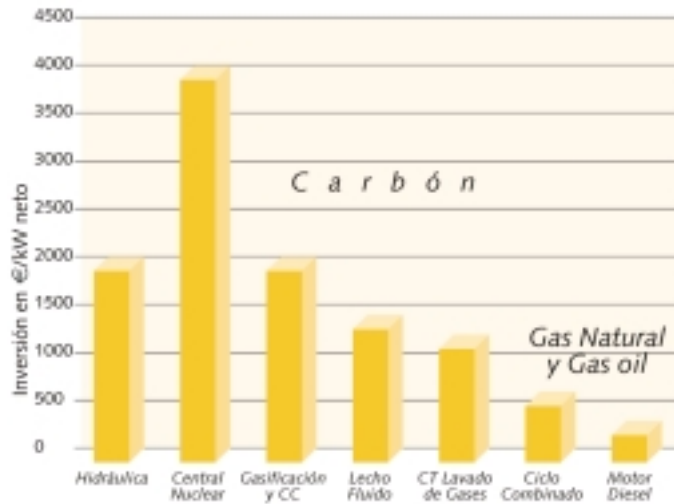
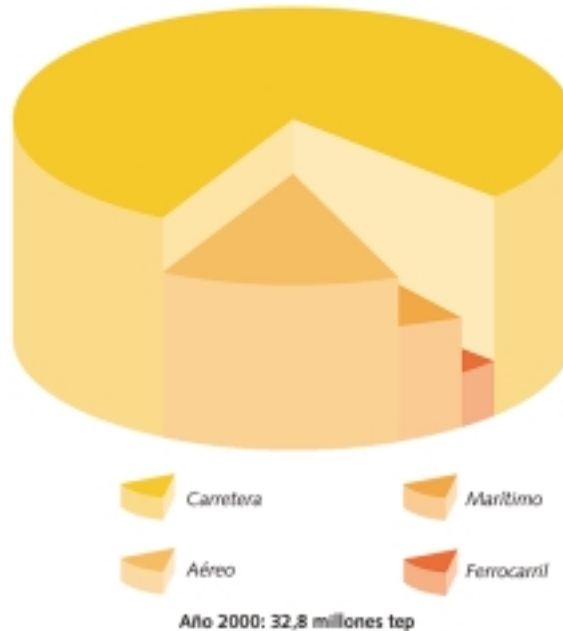


Figura 4.
Consumo energético en transporte en España



pueda llegar a alcanzar una importación de 60 bcm.

La segunda cuestión es la procedencia del gas, hoy desde Argelia se reciben dos terceras partes del consumo, y del conjunto de países islámicos provienen las cuatro quintas partes. Este hecho incide en la política exterior española en el Norte de Africa, donde llegar a una solución de consenso entre Argelia, Marruecos y España, con el conflicto saharauí de fondo, no parece nada fácil. Hacia el futuro el esquema no cambiará mucho, la llegada de combustible a través de los gaso-

ductos europeos previsiblemente será poco relevante, lo que nos trae una llamada de atención sobre esa dependencia concentrada.

- La hipotética salida de gas natural de Asia Central a través de un puerto turco abriría las puertas a un nuevo origen, que por otro lado es donde se encuentran las mayores reservas conocidas de este combustible en el mundo.

- La posibilidad de traer gas de países de América Latina debería ser considerada, en un marco de buen acuerdo para los países de ambos lados del océano. Aunque existen dudas de que las reservas allí disponibles permitan previsiones a lo largo de varias décadas

Todo esto, si no aparecen nuevos datos, muestra el carácter de puente del gas natural, disponible para dos a cuatro décadas. En la segunda mitad del siglo XXI, o antes, habrá que disponer de otras alternativas energéticas.

Energías renovables

Han estado presentes siempre en el esquema energético, el desarrollo eléctrico en España y en otros países ha estado ligado a la hidráulica. Ahora es preciso reflexionar cómo pueden entrar de forma significativa las otras energías renovables.

• **Eólica.** Ha mostrado que con primas asumibles en el sistema eléctrico crece a buen ritmo hacia el futuro. En España habrá que resolver problemas de transporte de electricidad y otros más complejos de disponibilidad de potencia rodante pa-

ra suplir los periodos de bajo viento. Así se podría pensar en sobrepasar los 13.000 MW que indica CNE en su previsión de infraestructuras para el año 2010. Si hubiera un convencimiento general a favor de la eólica se podría llegar en el año 2020 a unos 30.000 MW de potencia instalada, lo cual supondría del orden del 20% de la demanda eléctrica.

- **Solar.** La extensión de los paneles de agua caliente podría ahorrar más de un 10% del consumo energético en edificios de uso público y privado.

La alternativa termoeléctrica parece que puede desarrollarse con la aplicación de la prima ya aprobada de 12 cts de euros/kWh, valor mayor que el correspondiente a la electricidad eólica pero asumible por el sistema, sobre todo teniendo en cuenta que es electricidad que se genera en la punta de demanda del mediodía. Se debería llegar en veinte años a unos 5.000 MW de potencia instalada para suplir esa punta.

La fotovoltaica, aunque incrementara sensiblemente la potencia instalada, por ejemplo, multiplicar por diez las previsiones del Plan de Fomento de las Energías Renovables, seguiría siendo testimonial en el sistema eléctrico. Es preciso, no obstante, potenciar la investigación para dar validez futura a esta alternativa.

- **Electricidad de biomasa.** No se extiende con fuerza, ya que salvo en casos especiales es una solución compleja, la cual precisaría un análisis individualizado en sus aspectos medioambientales y económicos, de primas y dimensionado.

- **Biocombustibles líquidos.** Es una opción frente al crecimiento de la demanda de derivados del petróleo para automoción; se han instalado dos plantas industriales de producción de bioalcohol. La Comisión Europea propone que en el año 2010 un 6% del combustible

de automoción provenga de la biomasa. En el caso español supondría del orden de un millón de tep. Estamos lejos, pero eso es posible y, por añadidura, crearía un significativo volumen de empleo en el entorno rural.

“Si no se actúa desde la Administración es previsible que la intensidad energética siga aumentando. Caminaríamos así a un escenario de derroche energético”

Es necesario, no obstante, estudiar cuestiones importantes. En primer lugar que la producción de biocombustibles líquidos se una a materias primas autóctonas. En esta línea es necesario desarrollar tecnología propia, tal cual está haciendo en la actualidad CIEMAT. Parece que en España es más fácil y competitiva la producción de alcoholes que aceites. Si esto fuera así habría que tenerlo en cuenta en el direccionado del parque automovilístico, quizás hacia vehículos de menor cilindrada y con motores gasolina-alcohol.

En cualquier caso parece lógico que se redefiniera el Plan de Energías Renovables, recogiendo sus condicionantes y particularidades auto-

“Las inversiones necesarias para el abastecimiento de energía primaria, llegada de gas natural y mejoras en el refinado de petróleo deberán ser significativas en esta década”

nómicas y con la incorporación de la Universidad y los Agentes Sociales en la discusión y elaboración del mismo. Deberíamos buscar una menor dependencia energética del exterior, creación de tecnología y empleo y reducir nuestras emisiones de CO₂.

Condicionantes económicos

El sistema energético, como se indicó, es intensivo en capital. La traslación de la *figura 1* al caso español da un orden de magnitud de inversión en torno a 5.000 millones de euros anuales, aunque puede cambiar en función de la opción energética que se elija. La capacidad de inversión tiene límites, y eso afecta al elegir alternativas de cambio. Hoy una serie de empresas españolas tienen “obligación” de invertir en países donde se han ubicado para mantener el servicio energético.

Las inversiones necesarias para el abastecimiento de energía primaria, llegada de gas natural y mejoras en el refinado de petróleo deberán ser significativas en esta década. Se podrían cifrar en un tercio de las totales. Pero por un lado deberían proporcionar un esquema más equilibrado del suministro de combustibles, y por otro, incidir en la penetración del gas natural como combustible de automoción. La producción de biocombustibles líquidos requiere un esfuerzo inversor moderado.

Donde aparecen las cuestiones más críticas es en el sistema de generación eléctrica. El gas natural aparece como la alternativa de menor inversión específica para desarrollar y cambiar el sistema eléctrico; en ello se basa el reciente documento aprobado por el Gobierno, Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas 2002-2011, que da niveles de inversión más bajos que cualquier otro planteamiento. En ese documento se incluyen 12.000 millones de euros en energías renovables, casi un tercio de las que contempla esa planificación.

Las energías renovables para generación de electricidad precisan altas inversiones si se quiere que su penetración sea elevada; para producir un 10% de la electricidad que consumimos se necesitan 10.000 millones de euros con eólica o

60.000 millones de euros con fotovoltaica. Por ello parece lógico fomentar aquellas vías que pueden dar participación a los ciudadanos, a pequeña escala económica individual, en el desarrollo de los proyectos. En Alemania más de la mitad de la inversión en parques proviene de pequeños ahorradores, que tienen así acceso a esa buena rentabilidad futura que significa la energía eólica.

Pero otras alternativas, como la nuclear, que se proponen desde ciertas instancias, requieren también inversiones elevadas, del orden de 3.500 euros/kW neto. En la *fig. 5* se ve la comparación de inversiones para obtener 1.000 kWh/a con energía nuclear y eólica de dos tipos: terrestre de 1.000 euros/kW neto u "off shore" de 1.500 euros/kW neto. El hecho de que el potencial eólico en el Golfo de Cádiz y en el Mediterráneo proporcione amplias zonas con recurso igual o superior a 2.500 horas anuales a plena carga justifica un amplio plan de acción al respecto.

Escenarios de evolución energética

La evolución del sistema energético español indica en primer lugar un elevado índice de dependencia exterior, lo que significa un riesgo para nuestra economía, tal y como se dibuja hoy el escenario geopolítico mundial, así como también la propia estructura de actividades de nuestro esquema económico: turismo, construcción, servicios y movilidad.

Figura 5. Inversión en Eólica y Nuclear para 1000 kWh/año

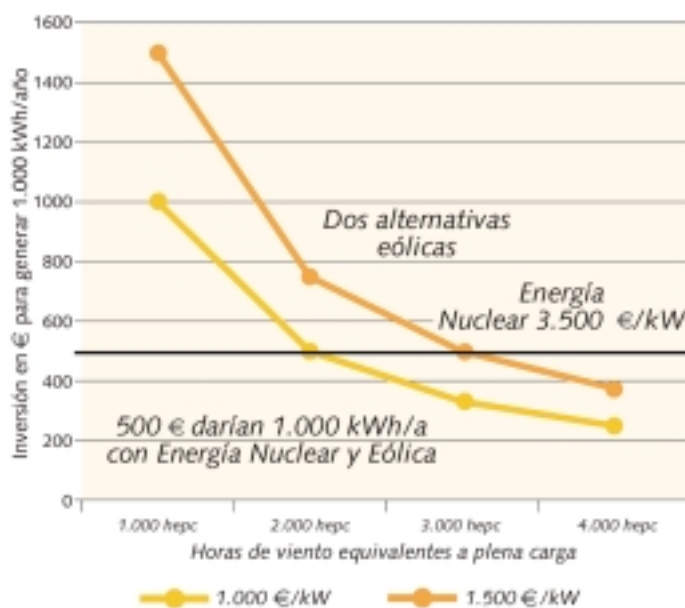
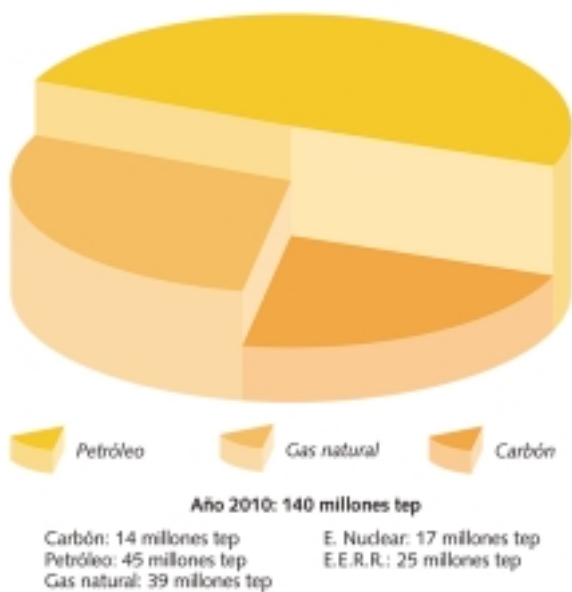


Figura 6. Emisiones de CO₂ en un escenario acorde con Kioto



Si no se actúa desde la Administración es previsible que la intensidad energética siga aumentando. Caminaríamos así a un escenario de derroche energético, en el cual las emisiones de CO₂ superarían de una forma amplia los 300 millones de t que nos marca el Compromiso de Kioto, que trasladado al caso español, nos situaría entre 370 y 400 millones de t en el año 2010. Es el escenario convencional, en el cual el aumento de la generación de electricidad con

gas natural y eólica corrigen el sistema eléctrico, y alivian el global, donde el transporte será el gran emisor.

Se puede pensar, en un extremo opuesto, en el escenario que nos llevaría a cumplir con los acuerdos derivados de Kioto, para lo cual sería preciso:

- un plan de ahorro y uso eficiente de la energía, con objetivos firmes y concretos, que se podrían validar con la evolución de la intensidad energética

- reducción de la utilización del vehículo privado, para uso individual, en las ciudades: desarrollo del transporte público

- utilización del gas natural en todos los vehículos de transporte público urbano: autobuses y taxis

- fomento del transporte peninsular de mercancías por ferrocarril. Mejora de las infraestructuras

- mayor desarrollo de la energía eólica, 20.000 MW en el año 2010. Más de 3.000 MW de solar termoeléctrica en esa fecha

- producción de 1 millón de tep de biocombustibles líquidos en el año 2010.

Todo esto daría un esquema de consumo energético como el que se sugiere en la *fig. 6*, al que es no fácil llegar, pero si posible; aunque esa evolución, que se dibuja con un incremento del consumo energético del 1% anual, menor que el actual, puede afectar a la actividad económica y al empleo, por lo que deberían analizarse con tiempo y con la participación de los diferentes agentes sociales.