

LA INCIDENCIA AMBIENTAL DE LA ENERGIA Y SUS COSTOS

Se estudian en este trabajo de **María-Teresa Estevan Bolea** las relaciones entre la energía y el medio ambiente, señalándose la incidencia ambiental de las actividades de los diferentes sectores energéticos, con especial referencia a las centrales térmicas y a los vehículos automóviles. Señala también la autora los previsibles costos de desulfuración de los gases de combustión de las centrales de carbón y la repercusión de la instalación de catalizadores en los vehículos automóviles para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno, así como la utilización de gasolina sin plomo, y formula una serie de conclusiones a efectos de optimizar los costos de protección ambiental y lograr un adecuado encaje de estas cuestiones en la política energética.

1. INTRODUCCION

El sector energético es el principal protagonista de las preocupaciones ambientales. La utilización de recursos naturales es enorme en este sector, desde los combustibles, pasando por el agua y terminando por sus efectos sobre el aire, el suelo, los recursos hídricos y los diferentes ecosistemas en que se integran todos estos recursos.

El impacto ambiental de la energía se produce en la generación, en el transporte y en el consumo de energía, y los efectos tienen dos dimensiones: una localizada, o microecológica, y otra de gran alcance, macroecológica, que puede afectar a extensos territorios, traspasando las fronteras de los diferentes países. La contaminación transfronteriza a larga distancia representa hoy un gran problema en numerosos países industrializados.

El impacto ambiental de la ener-

gía se produce también por los diferentes sectores, pero los mayores efectos tienen lugar como consecuencia de la producción de electricidad y, dentro del sector eléctrico, es preciso destacar las centrales térmicas que consumen carbón.

Las crisis del petróleo de 1973 y 1979 impulsaron fuertemente la sustitución de petróleo por otros combustibles, especialmente carbón, sin que previamente se evaluaran sus consecuencias sobre el medio ambiente ni se adoptaran las medidas correctoras necesarias.

Por otra parte, una vez superada la gran recesión económica de los últimos años, va a ser precisa la generación de mucha más energía eléctrica, a pesar de las mejoras del contenido energético por unidad de valor añadido que se han logrado y que es preciso incrementar. Es decir, la electricidad va ganando participación en el mercado como energía final,

como puede apreciarse en el cuadro n.º 1. En 1973 representaba el 12,6 por 100 y en 1985 alcanza el 17,8 por 100.

Las necesidades del mercado en los años 90 van a reclamar un incremento del parque de centrales generadoras de base, utilizando las centrales que tengan los costes de combustible mínimos. Por tanto, la electricidad que haya que generar en los dos próximos decenios procederá fundamentalmente en España de las centrales nucleares y de las térmicas de carbón.

En todas las circunstancias resulta más bajo el coste de generación en las centrales nucleares y, desde el punto de vista ambiental, son las más limpias y seguras, si se respetan escrupulosamente las medidas y controles de seguridad, que no parece haya sido el desdichado caso de Chernobyl. Será necesario extremar la atención al personal operador de las plantas y tomar todas las medidas precisas para prevenir los riesgos derivados del uso de esta energía.

Es evidente que la caída de los precios del petróleo, que obliga a reducir también los precios del carbón, aplaza las decisiones para la construcción de nuevas centrales nucleares o de carbón.

Pero como las necesidades eléctricas de los años 90 corresponden fundamentalmente a suministros de base, en un plazo de dos o tres años habrá que relanzar los programas eléctricos. Las nuevas demandas deberán cubrirse con centrales de carbón y nucleares. Pero ello exige dar respuesta a las demandas sociales en materia de corrección de los deterioros ocasionados por las centrales de carbón y a las cuestio-

nes de seguridad que implican las centrales nucleares y la gestión de sus residuos radiactivos.

Para no alargar excesivamente este trabajo, se hace especial hincapié en los sectores que provocan mayores deterioros ambientales, como son la generación de electricidad y las emisiones procedentes de los vehículos automóviles, y se indican algunas cifras sobre los costos que implica la corrección de tales deterioros.

Los problemas fundamentales que aparecen a lo largo del ciclo producción-distribución-consumo de energía, son:

Minería del carbón

Presenta una preocupación especial por el gran número de explotaciones y por afectar a áreas de gran extensión. Por otra parte, su repercusión es múltiple, ya que afecta al paisaje y contami-

na el suelo, aguas y atmósfera, con mayor o menor efecto según los tipos de explotaciones.

Sin embargo, el mayor impacto ambiental es de tipo social. En lo que se refiere a aspectos socioeconómicos: subvenciones, ayudas, financiación de *stocks*, precios, cánones y otros muchos beneficios económicos, que gravan de forma importante al consumidor, para sostener esta actividad. Recuérdese como simple detalle las pérdidas de HUNOSA. En 1985 han superado los 27.000 millones de pesetas, con una plantilla de menos de 22.000 mineros. Además de otras subvenciones, ayudas y beneficios económicos, no siempre bien contabilizados.

Las huelgas y la conflictividad laboral son otro problema social preocupante. Pero el aspecto básico es de tipo humano, es decir, el número excesivo de accidentes mortales y enfermos graves por causas laborales que se producen

en la minería del carbón. El incremento de accidentes mortales en la minería del carbón en el último año es realmente alarmante. Por citar una sola empresa, estatal, HUNOSA ha tenido desde 1968 hasta ahora más de 300 muertos en accidentes y muchos más heridos graves. Si sumamos todas las muertes habidas en la minería del carbón desde esa fecha, son muchos centenares. Es peor la situación futura porque, si continúan los planes de explotación de carbón, en los próximos 25 años tendremos en España más de 1.000 muertos por accidentes laborales. Si nos referimos a cifras mundiales, los datos son pavorosos.

Por otra parte, la silicosis y la neumoconiosis son las enfermedades laborales más importantes en España, y son padecidas por mineros del carbón en una cifra que actualmente se eleva a más de 25.000 pensionistas. Además del drama humano que significa, el costo anual para el país es enormemente elevado.

CUADRO N.º 1
EVOLUCION DEL CONSUMO DE ENERGIA FINAL EN ESPAÑA

Año	Carbón		Prod. Petrol.		Gas		Electricidad		Total	
	Miles tep	%	Miles tep	%	Miles tep	%	Miles tep	%	Miles tep	%
1973	4.050	10,0	30.642	75,6	713	1,8	5.124	12,6	40.529	100
1974	4.375	10,3	31.703	74,7	766	1,8	5.597	13,2	42.441	100
1975	3.961	9,4	31.411	74,8	841	2,0	5.784	13,8	41.997	100
1976	3.545	8,0	33.734	75,7	966	2,2	6.292	14,1	44.537	100
1977	3.569	7,5	36.332	76,5	1.061	2,2	6.558	13,8	47.520	100
1978	3.180	6,5	37.634	77,0	1.140	2,3	6.933	14,2	48.887	100
1979	3.219	6,2	39.693	77,1	1.170	2,3	7.401	14,4	51.483	100
1980	3.536	7,0	38.111	75,4	1.140	2,3	7.748	15,3	50.535	100
1981	4.646	9,5	35.251	72,2	1.108	2,3	7.844	16,0	48.849	100
1982	5.545	11,3	34.448	70,2	1.201	2,5	7.860	16,0	49.054	100
1983	5.322	10,8	34.589	69,9	1.357	2,7	8.230	16,6	49.498	100
1984	5.442	10,8	34.582	68,9	1.578	3,1	8.608	17,2	50.210	100
1985 (P)	5.199	10,4	34.333	68,3	1.781	3,5	8.917	17,8	50.230	100

(P) Provisional.

Hay otros efectos socioeconómicos, como es el deterioro profundo que crea en el medio la minería a cielo abierto que se está efectuando y que, si se calculan bien los costos de restauración de los terrenos afectados, hacen casi inviables las actuales explotaciones de lignitos.

El Real Decreto 1.116/1984, de 9 de mayo, sobre restauración del espacio natural afectado por las explotaciones de carbón a cielo abierto y el aprovechamiento racional de estos recursos (BOE del 13-6-84) y la O.M. de 13 de Junio de 1984 que lo desarrolla (BOE del 15-6-84) establecen una serie de requisitos para corregir el deterioro ambiental producido en la extracción de carbones, que suponen otro incremento más del costo.

En la incidencia de la minería del carbón sobre el medio físico cabe destacar los siguientes aspectos:

Explotaciones subterráneas

Los problemas principales son de contaminación de aguas y se agravan después de abandonada la explotación, ya que frecuentemente suele inundarse de forma natural, y las aguas que se filtran contaminan los ríos próximos.

Explotaciones a cielo abierto

Son las que ocupan mayores extensiones de terreno, 45 por 100 de toda la minería, y, por tanto, las que más afectan al paisaje y a los recursos naturales, especialmente al más costoso y frágil: el suelo, por la cantidad de suelo removido por encima de la capa de carbón. Este procedimiento es el más ventajoso económicamente, dados los medios mecánicos

de movimiento de tierras, y por ello ha de tenerse muy presente su impacto en el medio natural. Estas explotaciones tienen los mismos inconvenientes que las subterráneas, emisión de polvo a la atmósfera y a las aguas, a lo que hay que añadir el ruido de las máquinas y equipos.

Las medidas correctoras incluyen la restauración del entorno y la desviación de carreteras y aguas que sean afectadas.

Recursos petrolíferos

Los esfuerzos de prospección y explotación de yacimientos de hidrocarburos se centran, en lo que a Europa Occidental se refiere, en la plataforma continental próxima a las costas (Cantábrico, Mediterráneo, etc.) o en explotaciones submarinas en mar abierto (Mar del Norte), siendo menos frecuentes o importantes las explotaciones en tierra.

Los derrames de hidrocarburos son un fenómeno de consecuencias muy similares, tanto si provienen de accidentes en las plataformas de perforación como si resultan de colisiones o encallamientos de buques-tanques. Hay que mencionar los posibles efectos en zonas costeras próximas a las perforaciones.

Minería del uranio

Además de la incidencia en el medio propia de toda minería metálica (contaminación de la atmósfera, etc.) tiene un aspecto especial por la radiactividad natural del mineral. Produce también un gran movimiento de tierras, ya que la concentración del mineral en contenido es muy pequeña y

además está muy diseminado en el terreno que hay que remover. Para una central de 1.000 MW se necesitan unas 200 t/año de óxido de uranio, para lo que se precisa extraer 3.000.000 de toneladas de montera.

La minería puede ser subterránea o a cielo abierto. En la primera es importante la buena ventilación, para eliminar el radón 222 ambiental y las partículas de radio 226 en polvo. Existe igualmente el riesgo de contaminación de aguas subterráneas.

Sin embargo, el impacto ambiental de la minería del uranio es muchísimo menor que el correspondiente a la minería del carbón, en todos los aspectos.

Producción de energía eléctrica

La producción de energía eléctrica se efectúa en España utilizando combustibles fósiles (petróleo y carbón), recursos hidráulicos y reactores nucleares. En algunos períodos, breves, algunas centrales térmicas consumen gas natural sobrante. El impacto ambiental es muy distinto según el tipo de recurso de que se parta.

Desde el punto de vista de la lucha contra la contaminación, sería ideal utilizar gas natural, pero con la visión de lograr un ahorro de energía y disponer de un programa energético racional, optimizando el uso de los recursos, es un absoluto disparate.

Energía hidroeléctrica

El aprovechamiento energético del agua exige transformaciones irreversibles (embalses, presas,

azudes, canales, galerías, tuberías forzadas, etc.) que modifican sustancialmente el curso de los ríos. En España la creación de una capacidad de embalsado superior a 42.000 Hm³ ha creado costas interiores de un perímetro superior a las marítimas. Su incidencia ha sido de balance positivo. Sin embargo, la transformación de condiciones locales, con modificaciones que afectan a las poblaciones asentadas en los parajes próximos e incluso la desaparición de aldeas o municipios, tiene una incidencia social que puede ser muy importante, aunque queda circunscrita físicamente a la zona.

Los efectos positivos de las presas, embalses y centrales hidroeléctricas pueden ser los siguientes, considerando embalses de uso múltiple: generación de energía eléctrica a partir de un recurso natural renovable en gran escala, y que estas centrales son además excelentes factores de regulación de potencia; control de inundaciones; suministro de agua potable a poblaciones; posibilidades de riego; suministro de agua a la industria; disponibilidad de zonas recreativas y deportivas.

Entre los efectos negativos pueden citarse: posible modificación de la calidad de las aguas; pérdida de recursos, tanto renovables como no renovables; utilización del suelo en detrimento de otras alternativas de uso; reasentamientos humanos; alteraciones importantes del paisaje y del hábitat, sobre todo de la biota, tanto terrestre como acuática; disolución de comunidades, estilos de vida y tradiciones culturales; riesgos humanos en la construcción de presas.

Sin embargo, el balance es muy positivo, pero no cabe duda de que hay una serie de alteraciones en el ecosistema durante la

construcción y el funcionamiento. Las mayores alteraciones se producen a través de las presas y embalses, sobre todo en el recurso agua y en la biota, tanto terrestre como acuática.

Por otra parte, habrá que tener en cuenta en un futuro las exigencias sociales, puesto que utilizar valles fértiles y zonas con potencial agrícola para embalses tropieza cada vez con mayor oposición. Seguramente serán las dificultades de expropiación de terrenos las que impidan el cumplimiento de las previsiones que contiene el PEN-1983, en cuanto a nueva potencia hidroeléctrica.

Energía nuclear

Respecto a la energía nuclear, hay que señalar que en su explotación comercial hay otras etapas, antes y después de la central termonuclear; son las correspondientes al ciclo del combustible nuclear. Para las centrales de agua ligera, hay que considerar las siguientes fases: minería del uranio; fabricación de concentrados de uranio; fabricación de hexafluoruro de uranio; enriquecimiento de uranio y fabricación de elementos combustibles; utilización del uranio en el reactor (central termonuclear); transporte de residuos sólidos; reelaboración del combustible y almacenamiento de residuos sólidos radiactivos.

Quizá la fase de utilización del uranio en la central térmica es de las que produce efectos ambientales de menor cuantía. Los tipos de contaminación que produce son dos: radiactividad y contaminación térmica. Esta última es común a las centrales térmicas convencionales, pero en el caso de las centrales nucleares aún es

más importante, ya que el rendimiento térmico es inferior en éstas (31 a 33 por 100), por ser la temperatura y presión del vapor producido inferior al de aquéllas. Además, el 100 por 100 del calor residual de las nucleares es totalmente transferido, a través del condensador, al agua de refrigeración, mientras que en las térmicas convencionales un 40 por 100 sale por los gases de la chimenea. Es todo esto lo que hace que una central térmica nuclear tenga que disipar por el agua de refrigeración más calor que una convencional de igual potencia.

La contaminación radiactiva representa el principal problema de las nucleares; pero las seguridades del diseño, construcción y explotación impiden que las radiaciones de estas plantas tengan incidencias apreciables en el medio ambiente.

Un reactor de fisión —que es el que actualmente se emplea— produce tres tipos de sustancias o material radiactivo: a) productos de fisión (procedentes del combustible nuclear, como el tritio, etc.); b) productos de activación (radionucleidos que se forman por activación neutrónica de las impurezas químicas contenidas en el líquido refrigerante —agua pesada, agua ligera, CO₂—, y de los materiales estructurales), y c) actínidos (elementos de las tierras raras, especialmente los transuránidos: uranio, plutonio, neptunio, curio, etc.).

La emisión de este tipo de materiales comporta riesgos de irradiación, y la seguridad de la industria nuclear depende de que tales emisiones se controlen a un nivel y en forma tal que no produzca una acción notable sobre el medio ambiente.

El mayor problema que presen-

ta la utilización de la energía nuclear es el del tratamiento, manejo y almacenamiento de los residuos radiactivos, especialmente el de los de alta radiactividad.

2. CENTRALES TERMICAS CONVENCIONALES. DETERIOROS AMBIENTALES QUE PUEDEN PRODUCIRSE EN LA COMBUSTION

La combustión de los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos tiene una incidencia ambiental, pero es mucho más importante en el caso del carbón. Como la tendencia en España, y en los países de la CEE, es reducir todo lo posible la utilización de petróleo en estas plantas, el mayor impacto ambiental del sector eléctrico se produce en las centrales de carbón, por lo que se hace referencia a ellas principalmente.

Existen problemas de contaminación atmosférica, contaminación de las aguas y generación de residuos sólidos, pero la mayor incidencia corresponde a la contaminación atmosférica.

El impacto ambiental tiene dos dimensiones: una localizada, de escala local o regional, denominada microecológica, cuyos efectos se acusan en el propio entorno de la central, y otra de gran alcance, macroecológica, cuyas emisiones pueden afectar a extensos territorios, incluso fuera de las fronteras de los diferentes países, por lo que se denomina contaminación transfronteriza a larga distancia. A ella obedecen fenómenos como los de las lluvias ácidas, la posible alteración de la capa de ozono, la modificación del clima por los efectos del CO₂ o la incidencia de la contamina-

CUADRO N.º 2
CARACTERISTICAS DEL CARBON UTILIZADO EN CENTRALES TERMICAS EN ESPAÑA

	Antracita	Hulla	Lignito negro	Lignito pardo
Carbono fijo	54	60	24	15
Volátiles	12	10	23	21
Cenizas	30	15-30	35	20
Humedad	10	9	19	40
Poder calorífico superior en K.cal/Kg.	6.100	6.400	3.100	2.200
Azufre	1,2	1,2	7	4

ción sobre los recursos vivos del mar.

En la combustión directa del carbón se originan los siguientes contaminantes, que se emiten a la atmósfera: óxidos de azufre, SO₂ y SO₃; óxidos de nitrógeno, NO_x; monóxido de carbono, CO; dióxido de carbono, CO₂; partículas sólidas; compuestos orgánicos; trazas de metales pesados; radionucleidos.

Además se obtienen grandes cantidades de escorias y de cenizas volantes, que requieren una recogida y depósito final.

Si se efectúa un tratamiento húmedo para depurar los gases de combustión hay que añadir un problema de generación de lodos y de aguas residuales.

Las emisiones de SO₂ son función del contenido en azufre del combustible y, por tanto, muy altas en el caso de los lignitos. En España el contenido en azufre de los carbones es muy variable. Las hullas y antracitas varían entre 0,7 y 2,1. Los lignitos, tanto los negros como los pardos, tienen contenidos de azufre muy elevados, mayores del 7 y del 4 por 100 respectivamente. Una parte del azufre, que se estima en un 5 por

un 5 por 100 para las hullas y antracitas, queda retenido en las escorias como sulfato y una pequeña cantidad en las cenizas volantes, también como sulfato. El 95 por 100 restante se emite a la atmósfera. En el caso de los lignitos, se retiene un porcentaje mayor de azufre en las escorias y cenizas, en algunos casos más del 20 por 100.

En los carbones españoles, las cenizas son también altas. Unos valores medios, representativos de las características del carbón que queman las centrales térmicas en España, pueden ser los que se recogen en el cuadro n.º 2.

Los carbones pueden contener, además de azufre y cenizas, nitrógeno (entre 1-2 por 100) y una serie de elementos como mercurio, plomo, cadmio, berilio, arsénico, níquel, cromo, cobalto y uranio. Además de un determinado grado de humedad y compuestos orgánicos volátiles.

El SO₂ presente en la atmósfera se oxida con facilidad y rápidamente. Como en la atmósfera hay humedad, se transforma en SO₄H₂. El SO₂ emitido a la atmósfera es absorbido también por los aerosoles — dispersión de par-

tículas sólidas y líquidas en el aire —, se oxida rápidamente y se transforma en sulfato sobre las partículas de aerosol. Los sulfatos se forman cuando las partículas contienen metales alcalinos o alcalinotérreos, ya que se neutraliza la acidez y se forman los sulfatos.

La formación de los óxidos de nitrógeno durante la combustión obedece a mecanismos muy complejos, que dependen de la temperatura de combustión, del diseño de la cámara de combustión y del exceso de aire. Tanto el nitrógeno existente en el combustible como el procedente del aire de combustión se transforman en NO_x , principalmente NO que posteriormente se oxida en la atmósfera pasando a NO_2 , gas de efectos más tóxicos.

Desde el punto de vista ambiental, los óxidos de nitrógeno más importantes son el óxido nítrico o monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2). Este último, además de sus propios efectos, es peligroso por su contribución a la formación de oxidantes, ya que es uno de los precursores, junto con los hidrocarburos. Esta cuestión preocupa hondamente a la CEE.

Los NO_x en la atmósfera se oxidan y se transforman con facilidad en ácido nítrico y nitratos, jugando un papel fundamental en los fenómenos fotoquímicos.

Los humos y cenizas son muy significativos en la combustión de carbón. Son partículas muy finas, aerosoles, formadas en los procesos de combustión. Se denomina ceniza al residuo sólido que queda libre cuando se produce la oxidación completa de un combustible. La cantidad de partículas sólidas producidas es función del contenido en cenizas del com-

bustible, de la temperatura de combustión y del diseño de la caldera.

Las cenizas volantes se forman por la evaporación y subsiguiente condensación de la materia inerte o por arrastre de las partículas sólidas del combustible pulverizado en el movimiento de los gases. Estos mecanismos dan lugar a la formación de partículas muy finas, submicrónicas, difíciles de eliminar de los gases de combustión. Si la combustión se efectúa a altas temperaturas, aumenta el volumen de partículas muy finas, de SO_2 generado, y de NO_x .

Existen tecnologías muy conocidas para captar las cenizas volantes, como son los precipitadores electrostáticos, y también actualmente los filtros de mangas. En consecuencia, no se trata de ellas.

La mayoría de los países industrializados están utilizando tecnologías, más o menos eficaces y siempre costosas, para controlar la emisión de contaminantes al medio ambiente, procedentes de las centrales térmicas.

La sustitución de petróleo por carbón, en forma muy importan-

te, y el problema de los depósitos ácidos ha obligado a la utilización de estas técnicas en Europa, USA y Japón.

Las medidas de control están orientadas en tres campos: a) protección de la atmósfera; b) protección de los recursos hídricos, superficiales y subterráneos, y c) gestión adecuada de los residuos sólidos y lodos; pero realmente el mayor esfuerzo se está llevando a cabo en lo que se refiere a reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera, principalmente SO_2 , NO_x y partículas sólidas.

Emisiones a la atmósfera, procedentes de centrales térmicas, en España

Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, procedentes de las centrales térmicas, son función del combustible utilizado.

Con base en las cantidades y tipos de combustibles consumidos, y aplicando los factores de emisión establecidos, se han estimado las emisiones de SO_2 y NO_x procedentes de las centrales térmicas españolas durante los

CUADRO N.º 3

EMISIONES TOTALES, EN TONELADAS

Año	Total carbón		Fuel-oil		Carbón, Fuel-oil y Gas TOTALES	
	SO_2	NO_x	SO_2	NO_x	SO_2	NO_x
1980...	1.475.049	229.172	557.172	97.749	2.053.406	351.637
1981...	1.804.481	277.720	521.980	91.575	2.352.443	339.608
1982...	2.042.362	322.012	409.168	71.784	2.475.695	421.989
1983...	2.205.847	348.691	395.475	69.381	2.617.174	436.566
1984...	2.158.319	343.152	128.935	22.620	2.305.378	386.917

CUADRO N.º 4

CONSUMOS DE COMBUSTIBLES Y EMISION DE SO₂ Y NO_x EN LAS CENTRALES TERMICAS ESPAÑOLAS

Año 1980

Unidad: toneladas o miles de m³

Año 1980	Consumos t	Emisión de contaminantes Toneladas	
		SO ₂ - t	NO _x - t
Antracita	2.197.627	50.105	19.778
Hulla nacional	6.180.741	140.920	55.626
Hulla importada	1.069.381	20.136	9.623
Lignito negro	4.972.265	556.886	44.749
Lignito pardo	11.044.096	706.822	99.396
TOTAL CARBON ...	25.464.110	1.475.049	229.172
Líquidos	8.145.846	557.172	97.749
Gas natural, miles de m ³ ...	688.633	6.610	7.712
Otros gases, miles de m ³ ...	1.518.354	14.575	17.004
TOTAL ...	2.053.406	351.637	

Año 1980, año base para evaluaciones de la directiva CEE sobre limitación de emisiones NO_x, SO₂ y partículas sólidas.

años 1980, 1981, 1982, 1983 y 1984 que se sintetizan en el cuadro n.º 3, con el fin de tener una visión de conjunto de la evolución de las emisiones en este período de cinco años.

En los cuadros n.º 4 y n.º 5 se detallan los consumos de combustibles y emisión de SO₂ y NO_x en las centrales térmicas españolas en 1980 y 1984, respectivamente.

Se han evaluado las emisiones correspondientes a todas las centrales térmicas con potencias mayores de 100 MW y localizadas en la Península, porque los grupos insulares tienen poca significación en este problema.

Las centrales con potencias superiores a 100 MW son las que deberán reducir sus emisiones —con base en valores de 1980— en un 60 por 100 para el SO₂, en un

40 por 100 para los NO_x y en un 30 por 100 para las partículas sólidas en los años 90, si sigue adelante el proyecto de directiva de la CEE que limita las emisiones procedentes de los focos fijos de combustión, y que haría muy difícil el funcionamiento de las centrales que utilizan lignitos.

Como puede observarse, las emisiones producidas por las cinco centrales que queman lignitos son muy altas. En 1984 sus emisiones representaron el 82,10 por 100 del total de SO₂ emitido, y la potencia global de las 5 centrales es de 3.350 MW.

Las emisiones de SO₂ de la central de Puentes suponen un 40,39 por 100 del total y las de Puentes y Andorra, juntas, un 62,70 por 100 del valor global para las centrales con potencia superior a 100 MW. Estos datos resultan enormemente significativos.

El sector eléctrico aporta cerca de un 40 por 100 en la cifra global de emisiones de NO_x en España.

3. EL PROBLEMA DE LAS LLUVIAS ACIDAS EN EUROPA OCCIDENTAL Y EN ESPAÑA

El problema de las lluvias ácidas es el prioritario para la CEE en lo que concierne al programa de contaminación atmosférica. Se define como ácida la precipitación que tiene un pH inferior a 5,6 y que contiene gran cantidad de iones sulfato, nitrato y amonio, metales pesados, elementos traza y microcontaminantes orgánicos.

Las lluvias ácidas se originan por la emisión de óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y otros contaminantes por las chimeneas de las industrias y de las calefacciones y por los tubos de escape de los vehículos automóviles. Destacan por su volumen las emisiones de SO₂ y NO_x procedentes de las centrales térmicas de carbón.

Las lluvias ácidas corresponden a precipitaciones húmedas, por la presencia de sulfúrico, nítrico, nitratos y sulfatos en el agua de lluvia, o depósitos secos en forma de partículas sólidas ácidas. Sus efectos se acusan principalmente en los siguientes medios:

- a) Suelo.
- b) Aguas subterráneas.
- c) Cursos de agua superficiales, especialmente lagos y embalses, y en su biota.
- d) Vegetación.
- e) Patrimonio histórico-arquitectónico.

f) Edificaciones e infraestructuras.

Los efectos sobre el suelo pueden clasificarse en los cuatro grupos siguientes:

1. Efectos sobre el pH del suelo y su acidez.
2. Efectos sobre el intercambio aniónico y catiónico.
3. Efectos sobre la biota del suelo y sobre las actividades de descomposición-mineralización, del final de los ciclos geobioquímicos.
4. Efectos sobre la dinámica y toxicidad de los elementos traza y metales pesados.

Todos ellos afectan, de forma directa o indirecta, al crecimiento y desarrollo de la vegetación y, en consecuencia, a los rendimientos agrícolas y forestales, puesto que el suelo es el asiento de los vegetales.

A través del suelo, los depósitos y precipitaciones ácidas pueden

llegar a los acuíferos subterráneos, acidificándolos y deteriorándolos hasta un punto que no sean adecuados para el uso que tenían. Problemas importantes de acidificación de las aguas subterráneas se han presentado en Alemania Federal, Holanda, Suecia, Norteamérica y otros países.

Además, al bajar el pH se aumenta la solubilidad de los metales, y se ha podido detectar una elevada concentración de cobre, zinc, plomo, aluminio y cadmio en las aguas de abastecimiento de esta procedencia. Los metales pesados proceden del suelo por lixiviación y de los depósitos y tuberías por disolución. Se aprecian también grandes problemas de corrosión de las tuberías y equipos de la red de aguas.

Los efectos de las precipitaciones ácidas sobre los lagos son muy conocidos en Suecia, Noruega, Canadá y Estados Unidos. En Holanda, los efectos de las llu-

vias ácidas dan lugar a pH de 3,9 a 4,5 en cursos de agua. Los efectos más acusados por sus deterioros se están produciendo en la República Federal de Alemania.

Deterioros de masas forestales en España

En España los deterioros de las masas vegetales se han percibido en el entorno de las centrales de Serchs, Andorra y Puentes.

En 1975, en la comarca del Berguedá, al Norte de la provincia de Barcelona, el ICONA observó que se secaban las ramas de algunos rodales de pinos, daño que iba en aumento y que obligó a estudiar la causa y naturaleza de los daños. A partir de 1982 se observó igualmente, en la comarca de Els Ports (Castellón), un notable aumento de pinos secos, en relación con los años anteriores.

Se han efectuado varios reconocimientos, estudios y análisis, considerando las diferentes causas posibles, desde la acción de insectos u hongos hasta otros agentes nocivos y fitopatologías, y finalmente se considera que los daños están causados principalmente por efecto de las emisiones de SO₂ y NO_x de la central térmica de Andorra (Teruel).

La zona afectada está situada al SE de la central de Andorra, en la dirección de los vientos dominantes. Afecta a un segmento circular de 30 a 70 km de la central, acumulándose un mayor contenido de azufre en la parte oriental del segmento circular, puesto que en la mayoría de sus parcelas se sobrepasa una existencia de 400 microgramos de azufre por gramo de materia seca.

CUADRO N.º 5

CONSUMOS DE COMBUSTIBLES Y EMISIÓN DE SO₂ Y NO_x EN LAS CENTRALES TÉRMICAS ESPAÑOLAS

Año 1984

Unidad: toneladas o miles de m³

Año 1984	Consumos t	Emisión de contaminantes Toneladas	
		SO ₂ - t	NO _x - t
Antracita	4.112.815	93.772	37.015
Hulla nacional	9.338.092	212.908	84.042
Hulla importada	868.878	19.810	7.819
Lignito negro	6.418.382	718.858	57.765
Lignito pardo	17.390.179	1.112.971	156.511
TOTAL CARBON ...	38.128.345	2.158.319	343.152
Líquidos	1.885.024	128.935	22.620
Gas natural, miles de m ³ ...	462.727	4.435	5.174
Gas siderurgico, miles de m ³	1.426.960	13.689	15.971
TOTAL ...		2.305.378	386.917

En junio de 1984 el ICONA estimó que había más de 50.000 Ha. forestales afectadas, de las cuales 37.000 Ha. son pinares, 13.000 Ha. encinares y otras zonas de enebros, coscoja, etc. Se trata de especies vegetales filogenéticamente distantes y todas ellas están, más o menos, afectadas. Los síntomas que se observan son idénticos a los descritos para el caso de la lluvia ácida por los especialistas europeos y americanos, donde este problema se ha planteado hace varios años.

Puede aducirse, y es verdad, que muchísimo más daño están produciendo en la vegetación los incendios forestales. Al analizar las cifras, causas y entidad de los incendios forestales en 1985 cabía pensar que no podía repetirse un año tan trágico en esta cuestión. Sin embargo, 1986 ha resultado peor. En 1985 se produjeron 12.837 incendios, ardiendo 469.426 Ha., de ellas 180.885 arboladas y 288.541 de monte bajo y arbustos. Se quemaron 300.000 Ha. más que en 1984. En 1986, hasta agosto se habían producido más de 4.300 incendios, quemando más de 163.000 Ha. La situación es aún más grave que en 1985. Si continuamos así, dentro de poco, nuestros problemas de erosión del suelo y de desertización serán de tal envergadura que habremos puesto en serio peligro, en muchos territorios españoles, el recurso natural más importante que tenemos: el suelo.

Por ello es preciso evitar también el deterioro de las masas forestales y del suelo por acción de las lluvias ácidas. Es necesario, por consiguiente, reducir las emisiones de SO_2 , de NO_x y de partículas sólidas en suspensión, y hay que tener en cuenta las interrelaciones entre las distintas fuentes de contaminación, ya que

los sistemas terrestres son dinámicos y estrechamente interdependientes.

Las modificaciones de las características de los suelos y de las aguas por acción de las lluvias ácidas pueden tener consecuencias ecológicas muy importantes que forzosamente deben prevenirse.

En los próximos años es muy probable que las centrales de lignitos y algunas que consumen hullas se vean obligadas a desulfurar los gases de combustión y corregir otros deterioros ambientales.

En el cuadro n.º 6 se indican las principales técnicas empleadas

para la desulfuración de los gases de combustión. En el cuadro número 7 se indican los costos de las medidas de protección ambiental en la primera fase del ciclo del carbón, y en el n.º 8, los costos globales para el control de la contaminación atmosférica.

4. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA LA CONTAMINACION. COSTOS.

La lucha contra la contaminación, en la fase de combustión, se efectúa a través de la reducción de las emisiones de SO_2 , NO_x y partículas sólidas.

CUADRO N.º 6

TECNICAS DE DESULFURACION DE LOS GASES DE COMBUSTION

Procedimientos	Características
VIA HUMEDA Cal/Caliza, sin recuperación.	Depuración vía húmeda con lechada de cal. Evaluación de los lodos estabilizados en depósitos adecuados.
Cal/Caliza, con obtención de yeso.	Depuración húmeda en lechada de cal, con oxidación forzada del sulfito de calcio en yeso (sulfato de calcio).
Con recuperación de azufre o de ácido sulfúrico.	Depuración húmeda con carbonato de sodio en otro producto químico soluble para obtener azufre elemental por conversión catalítica o absorción y obtención de ácido sulfúrico.
VIA SECA Absorción por pulverización y captación en filtros de mangas.	Absorción en seco por carbonato de sodio o cal y recogida, junto con las cenizas volantes, en filtros de mangas. Evacuación posterior de las cenizas volantes y las sales solubles por depósito en vertederos controlados.
Tratamiento con amoníaco para obtención de fertilizantes.	Reacción del SO_2 con amoníaco y obtención final de sulfato amónico, utilizado como fertilizante.

Los mayores esfuerzos se están dedicando a la limitación de las emisiones de SO₂, mediante el empleo de tecnologías de desulfuración de los gases de combustión (*flue gas desulphurization*) muy costosas para casos como el de España, en donde la calidad de los carbones es pésima y sería necesario tratar un elevado porcentaje del volumen de gases.

La DGC puede efectuarse por diversas técnicas, todas apoyadas en dos sistemas: vía húmeda y vía seca.

El proceso más utilizado, en el 90 % de las instalaciones de desulfuración de los gases de combustión, es el húmedo, con cal/caliza. Es el procedimiento más barato en cuanto a inversión en el caso de carbones con alto contenido de azufre, pero tiene unos gastos de explotación y mantenimiento altos. El consumo de ener-

gía es significativo, puede llegar al 5 por 100 de la producción de la planta y necesita grandes cantidades de agua. Genera muchos lodos, que es preciso estabilizar y depositar en un lugar adecuado. El factor clave del costo del sistema DGC es el caudal de gases a tratar, que es función del contenido en azufre del carbón.

La eliminación de las partículas sólidas (cenizas volantes) se efectúa mediante precipitadores electrostáticos, con rendimientos superiores al 99 por 100.

Las emisiones de NO_x son función del tipo de caldera, tamaño, configuración del quemador y características del carbón, que exigen unas determinadas condiciones de combustión.

En las plantas antiguas es difícil adecuar las condiciones de combustión a estos requisitos. En

los nuevos grupos pueden instalarse quemadores que permiten reducir las emisiones de NO_x casi en un 50 por 100, regulando las temperaturas y el aire de combustión. Puede efectuarse también la combustión en lecho fluidificado, con aditivos, igualmente costoso.

En el caso de España, las inversiones precisas para reducir la contaminación procedente de las centrales de carbón serán más altas que en otros países, y la repercusión en el Kwh generado con lignitos excesiva.

Dadas las características de nuestros carbones, los costos de inversión en medidas de lucha contra la contaminación pueden oscilar entre 20.000 y 30.000 pesetas por KW instalado, lo que puede hacer inviable la utilización de algunos lignitos y hullas. La repercusión en el costo del Kwh puede cifrarse entre 2 y 4 pesetas.

También el consumo final de energía y el transporte producen una serie de problemas ambientales. Para no alargar excesivamente este artículo, se hace referencia solamente a las emisiones de contaminantes procedentes de los tubos de escape de los vehículos.

Medidas para reducir la incidencia ambiental de los vehículos automóviles

Las emisiones de vehículos automóviles son la causa fundamental de los fuertes problemas de contaminación atmosférica de las grandes áreas urbanas como Los Angeles, Ciudad de México, Buenos Aires o Madrid, por citar sólo algunas.

En la contaminación atmosfé-

CUADRO N.º 7

COSTOS DE LAS MEDIDAS DE PROTECCION AMBIENTAL EN LA PRIMERA FASE DEL CICLO DEL CARBON (PRODUCCION Y PREPARACION) (En \$ USA de 1982)

Medidas	\$ USA/toneladas de carbón
FASE DE EXTRACCION	
Restauración terrenos en la minería a cielo abierto.	1-5
Evacuación de residuos en la minería subterránea.	1-2
Seguridad e higiene en el trabajo.	15 % del costo del carbón extraído en la minería a cielo abierto y 20 % en la minería subterránea.
Costos sociales (seguridad social, invalidez permanente, accidentes, subvenciones, ayudas, etc).	Sin evaluar.
FASE DE PREPARACION	
Lavado y clasificación.	1-4

Fuente: OCDE, adaptado por la autora.

CUADRO N.º 8
**COSTOS DE LAS MEDIDAS DE REDUCCION DE
 LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN
 LAS CENTRALES DE CARBON**
 (En \$ USA de 1982)

Medida correctora	Costos de inversión		Costo total anual (inversión + explotación)	
	\$/KW	10 ⁻³ \$/Kh	\$/t de carbón quemada	% costo de generación de la electricidad
<i>Eliminación de partículas</i>				
Precipitadores electrostáticos.	10-40	1-3	2-8	1-3
Filtros de mangas	25-50	2-4	4-10	2-4
<i>Eliminación SO₂</i>				
Desulfuración gases combustión	70-180	5-12	14-30	5-15
<i>Eliminación NO_x</i>				
Modificación de la combustión.	5-10	1	1-2	1
Desnitrificación gases combustión	35-40	3-6	8-16	3-6
<i>Depuración aguas residuales</i>	5-10	1	1-2	1
<i>Evacuación residuos sólidos (incluidos los lodos de la DGC y las cenizas volantes) ...</i>	15-30	1-3	2-6	1-3

Fuente: OCDE.

rica producida por los vehículos hay que distinguir las emisiones producidas por los automóviles con motor de explosión (gasolina) y la que originan los vehículos con motor de combustión (diesel).

Los vehículos con motor de explosión, que consumen gasolina, emiten monóxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y compuestos de plomo. El principal contaminante es el CO, pero cada vez preocupan más los óxidos de nitrógeno, por su contribución al problema de las lluvias ácidas.

También ha sido creciente la inquietud por la emisión de plomo,

procedente del tetraetilo de plomo y del tetrametilo de plomo que se adicionan a la gasolina, en débiles cantidades, para elevar el índice de octano y poder utilizar motores con fuerte tasa de compresión y, por tanto, con elevado rendimiento energético.

El importante ahorro energético que se ha logrado en la última década en el consumo de carburantes en los nuevos coches ha sido posible por disponer de gasolinas con alto índice de octano. Entre 1978 y 1985, en Europa, se ha conseguido disminuir el consumo medio de carburantes en un 15 por 100, en los vehículos particulares. Es cierto que si se hubieran aplicado normas estrictas

para controlar la contaminación no se hubieran alcanzado estos objetivos.

En la CEE se ha decidido utilizar gasolina sin plomo con dos fines. Por una parte, suprimir una sustancia nociva como es el plomo. Por otra, eliminar el Pb de las gasolinas para evitar el deterioro de los catalizadores, que se pretende instalar en los vehículos, con objeto de reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno y contribuir así a frenar el grave deterioro de las masas forestales europeas.

En EE.UU. y Japón las normas de emisión de los vehículos son tan estrictas que es preciso instalar convertidores catalíticos para completar la combustión de los gases de escape, lo que conlleva la utilización de gasolina sin plomo, para evitar el envenenamiento del catalizador y no destruir el efecto del convertidor catalítico.

Desde 1981 el contenido en plomo de la gasolina en los países de la CEE puede estar comprendido entre 0,15 y 0,40 gramos por litro.

A partir del 1.º de octubre de 1989 en todos los Estados miembros de la CEE será obligatorio comercializar gasolina sin plomo, y todos los vehículos homologados después de esa fecha y los vendidos después de 1991 deberán utilizarla obligatoriamente. El período de transición en el que se venderán los dos tipos de gasolina, con y sin plomo, tendrá una duración de 10 a 15 años.

A partir del 1.º de octubre de 1989 se limitará también al 5 por 100 el contenido de benceno en los dos tipos de gasolina. Los países que lo deseen pueden adelantar las fechas y exigencias anti-contaminantes.

Para conseguir el índice de octano requerido en las gasolinas sin plomo, se ha previsto la adición de compuestos orgánicos oxigenados, como el metanol, etanol, alcohol isopropílico, alcohol isobutílico, éteres y otros compuestos. Los éteres son los más utilizados hasta la fecha. Antes de su implantación sería conveniente analizar profundamente sus posibles efectos sobre el medio ambiente, para no tener que tomar después medidas costosas o difíciles.

La reducción o eliminación del plomo de las gasolinas supone un importante aumento del consumo de petróleo crudo.

La instalación de convertidores catalíticos en los vehículos puede representar un aumento del precio de costo del coche en la adquisición de un 5 por 100 para los automóviles de alta cilindrada y bastante más, superior al 10 por 100, para los pequeños. España resultaría muy penalizada, porque la mayor parte de su fabricación son coches pequeños y económicos, que son aquellos en los que más repercute. Igualmente aumenta el consumo de gasolina en un 3 por 100.

Para que los convertidores catalíticos cumplan su función con eficacia, se requiere un buen mantenimiento de los vehículos. En general, el correcto funcionamiento, en un parque de vehículos renovado y cuidado, no supera el 70 por 100.

Se ha previsto efectuar en los vehículos modificaciones de diseño y construcción para reducir más la emisión de contaminantes, pero estas medidas no darán resultados hasta 1994-1995, y no parece que los bosques y suelos de algunas zonas europeas puedan esperar todo este tiempo.

Los motores de combustión (diesel) emiten partículas sólidas y líquidas, CO, CO₂, SO₂, SO₃ y NO, pero fundamentalmente hay que considerar los humos y los NO_x.

Por razones de precio de los carburantes —debido a la política fiscal— está aumentando el empleo de vehículos diesel. Estos vehículos bien regulados son poco contaminantes, pero no suelen estar bien mantenidos y, en consecuencia, podría producirse un aumento de la contaminación originada por los mismos. La emisión de óxidos de nitrógeno es mayor también en este caso.

Las emisiones de NO_x procedentes de vehículos no tiene el mismo significado en todos los países y su aportación a las lluvias ácidas oscila entre porcentajes muy amplios.

En España, el parque de vehículos, en 1984, era el siguiente:

Camiones	1.444.884
Autobuses	41.161
Turismos	8.874.442
Motocicletas	706.017
Tractores	37.205
Otros vehículos	86.855

Total parque nacional de vehículos 11.190.564

En general, la contaminación producida por los vehículos es aproximadamente un 10 por 100 del total.

La contribución de las emisiones de NO_x al problema de las lluvias ácidas, debidas al tráfico por carretera, se estima en un 25 por 100, aunque difiere según los países. Su contribución se sitúa entre un 10 y un 30 por 100.

En España, según datos de 1984, la emisión de NO_x proce-

dente de las fuentes móviles fue un 48 por 100 del total, y en valores generales un 25 por 100 de la producida por el SO₂. Puede estimarse en España una contribución de los vehículos del 10-12 por 100 al problema de las lluvias ácidas, lo que no justifica medidas que afecten a todo el parque de vehículos que usan gasolina, puesto que pueden obtenerse mejores resultados reduciendo emisiones procedentes de otros focos.

5. INCIDENCIA DE LA NORMATIVA DE LA CEE EN EL SECTOR ENERGETICO

La política comunitaria ambiental es amplia y exigente. Al sector energético le afectan los contenidos de los tres tratados: CEE, CECA y EURATOM. La firma de los mismos representa la cesión de una parte de la soberanía nacional de España —como de los otros Estados miembros— a favor de una autoridad alternativa, con capacidad decisoria y que puede regular aspectos concretos, como es el caso de la protección del medio ambiente.

Los actos comunitarios en materia de medio ambiente son numerosos; superan el centenar de disposiciones referentes a la prevención de la contaminación atmosférica y de las aguas; al control y gestión de los residuos sólidos y de las sustancias químicas tóxicas o peligrosas; a la reducción de las molestias ocasionadas por el ruido; a la protección de la naturaleza y, en general, a mejorar la calidad de vida.

Existen además tres importantes programas de acción y una serie de tratados internacionales, de

los que es parte contratante la Comunidad Europea.

El primer problema es, sin duda, el de la contaminación atmosférica y la acidificación de masas forestales, aguas y suelo, que ocupará una atención destacada y creciente en los próximos años.

6. CONCLUSIONES

1.^a Cada vez se exige una mayor relación entre la política energética y la de protección del medio ambiente.

2.^a Las medidas de protección ambiental resultan muy costosas si no se ha efectuado una previsión para reducir o eliminar los deterioros ambientales. La corrección de los mismos a posteriori tiene un costo elevado, y sus resultados no son siempre los deseados, porque se elimina la contaminación en un lugar y puede producirse en otro. Por tanto, es imprescindible analizar bien las incertidumbres actuales, clarificar las opciones y optimizar los costos de las medidas de control.

3.^a La evolución de la economía y la del sistema energético proyectan sobre la planificación un gran desconcierto, por sus muchas incertidumbres en este largo período de transición.

El desajuste de las metodologías aplicadas en épocas anteriores a la situación actual ha conducido, en algunos casos, a paralizar los análisis y programas energéticos o se han efectuado para plazos demasiado cortos, con resultados poco representativos.

También se han detenido las nuevas construcciones en el sector eléctrico, lo que supone una lamentable falta de previsión, por cuanto el papel de la electricidad

va a ser creciente en el desarrollo tecnológico en los próximos años. La electricidad va ganando participación en el mercado como energía final. Su ritmo de crecimiento es superior al de la demanda energética general, a pesar del creciente esfuerzo por mejorar la eficiencia energética.

En consecuencia, conviene elaborar los programas energéticos —y especialmente los eléctricos, por su incidencia económica— con una visión amplia, flexible y a medio plazo, y revisar las previsiones con la frecuencia que sea necesario, efectuando un ajuste holgado a la evolución real de la demanda, y teniendo en cuenta la incidencia ambiental de las diferentes opciones.

4.^a El aumento de la potencia eléctrica que sea preciso instalar a partir de los años 90 en España deberá apoyarse básicamente en el carbón y en la energía nuclear.

Es conveniente utilizar todo el carbón nacional disponible, pero adoptando las medidas de protección ambiental necesarias para no producir deterioros ambientales irreversibles.

Ello supone adoptar una serie de medidas en la minería y en la combustión y desulfurar los gases de combustión en el caso de los lignitos, lo que puede repercutir en el costo de generación del Kwh en un importe entre 2 y 4 pesetas.

La importación de carbón seguramente cubrirá una parte complementaria en centrales situadas en la costa, y no se tratará de grandes cantidades.

Por consiguiente, la mayor parte de la energía generada deberá proceder de centrales nucleares de base, en las que el costo de

generación es más barato que el producido con carbón y con una incidencia ambiental muchísimo menor, extremando las medidas de seguridad.

Bien es cierto que el nuevo programa nuclear requiere un preciso ajuste en cuanto a tamaño de los grupos, emplazamientos, disponibilidad de normativa española, agilización de las autorizaciones administrativas, simplificación de las operaciones de diseño, construcción y montaje, normalización y otras cuestiones.

5.^a En algunas actividades la incidencia que tiene la electricidad en el coste de sus productos es significativa. Si a ello se añaden las costosas medidas de protección ambiental y, a su vez, éstas no se han estudiado bien ni se ha evaluado el coste-eficacia, el resultado puede ser un desacierto más en las políticas energéticas, con demasiados movimientos pendulares.

6.^a Es preciso evaluar bien las emisiones de las centrales y analizar la contribución de cada foco.

7.^a Es necesario optimizar los costos de protección ambiental, actuando sobre pocos focos, que han de ser los más contaminantes.

8.^a Es conveniente implantar una serie de incentivos para las industrias que reduzcan la contaminación, incluso un comercio de emisiones.

9.^a Deben revisarse los programas de carbón en los países industrializados, valorando debidamente su costo global.

10.^a Hay que impulsar, de una vez, e incentivar el transporte público, donde sea posible, y controlar y fluidificar el tráfico en las zonas urbanas.

11.^a Deberían implantarse o reforzarse los límites de velocidad de los vehículos en las carreteras y autopistas europeas.

12.^a Además de utilizar gasolina sin plomo, en áreas con fuerte contaminación convendría incentivar el empleo de combustibles más limpios en transporte, como el GLP.

13.^a Se está produciendo un incremento del parque de vehículos diesel y es preciso controlar su funcionamiento, mantenimiento y emisiones.

14.^a A medio plazo, sería oportuno facilitar la renovación del parque de vehículos antiguos. Los nuevos contaminan mucho menos y tienen un notable ahorro de carburante.

15.^a Cabe destacar la necesidad de llevar a cabo una mayor y continuada labor de información a la opinión pública, basada en el cambio de impresiones con los diversos grupos sociales, apoyado en los estudios previos de impacto ambiental, conforme indica —y obliga— la directiva 85/337/CEE relativa a la evaluación de la incidencia de estas plantas —también aplicable en el caso de las de carbón— sobre el medio ambiente, y la reciente normativa española sobre este particular.