

III.3.3 Energía

Si bien toda sociedad requiere, ineludiblemente, producir y consumir la energía para sus procesos productivos y así crear la riqueza requerida para su bienestar, es importante considerar que los patrones de producción y consumo de energía tienen incidencia, en un grado u otro, en las transformaciones del entorno ecológico. Por ello, entre la necesidad del crecimiento económico y la explotación de los recursos energéticos, se tiene que tomar en cuenta un aspecto, el de la sustentabilidad.

En lo que sigue se examina la evolución del subsector energético de México en los años recientes. Aunque en sentido amplio, las actividades energéticas—extracción de petróleo crudo y gas natural, producción de derivados del petróleo, generación de energía eléctrica y extracción de carbón, fundamentalmente— forman parte del sector industrial, esta sección se ocupará de ellas en particular por su carácter estratégico para la economía y por su dimensión en la sustentabilidad ambiental.

Los aspectos que se analizan son: importancia y caracterización del sector energético (destacando las fuentes energéticas comerciales principales, en términos de producción y consumo: hidrocarburos y electricidad); aspectos de sus repercusiones ambientales; y una reseña de las principales medidas de sustentabilidad y protección ambiental. Un panorama sintético de la industria petroquímica se presenta en recuadro.

Importancia nacional e internacional del subsector energético

En materia de reservas probadas de petróleo, México ocupa actualmente el octavo lugar mundial, después de

los países del Medio Oriente, la ex Unión Soviética y Venezuela, mientras que su nivel de producción lo ubica en el séptimo lugar, después de Arabia Saudita, ex Unión Soviética, Estados Unidos, Irán, China y Noruega (Cuadro III.3.3.1). En reservas de gas se ubica en el lugar doce y en producción en el octavo.

Al luz de las estadísticas comparativas de Naciones Unidas, en extracción de gas natural, la posición relativa de México en 1993 desciende hasta el 14° lugar, en tanto que en la generación de electricidad—medida en millones de kilowatts-hora— la posición del país, aunque segundo en América Latina después de Brasil, alcanza el 16° lugar mundial.

Sin embargo, el conjunto de estas tres fuentes energéticas sitúa a México como el noveno país en la generación global de energía (Gráfica III.3.3.1), la tercera del continente y la primera de América Latina. Cabe agregar que la importancia de México en la producción de coque es mucho menor: 23° lugar.

Como corolario del lugar que México ocupa en la producción de energía, pueden reseñarse otros aspectos. Según cifras del *Programa de desarrollo y reestructuración del sector energía, 1995-2000*, México tenía alrededor de 1990 uno de los niveles de consumo de energía por habitante más altos en el mundo (1.59 toneladas de petróleo equivalente), después de Estados Unidos (7.91), Alemania (4.15), Japón (3.82), España (2.41) y Venezuela (2.36).

Asociado con lo anterior, la intensidad energética—la oferta de energía primaria total dividida por el valor del PIB, cuyos valores normalmente corresponden a toneladas de petróleo crudo en miles de dólares— es un indicador que refleja la preponderancia del uso de combustibles en las actividades productivas (y, por ende, en los volúmenes

Reservas y producción mundial de petróleo en los principales países productores, 1995 Cuadro III.3.3.1

Reservas (millones de barriles)				Producción (miles de barriles diarios)		
Lugar mundial	País	Reservas de petróleo crudo	Años de duración	Lugar mundial	País	Producción
1°	Arabia Saudita	258 703	88	1°	Arabia Saudita	8 067
2°	Irak	100 000	n.c.	2°	ExUnión Soviética	6 964
3°	Emiratos Árabes Unidos	98 100	122	3°	Estados Unidos	6 524
4°	Kuwait	94 000	129	4°	Irán	3 612
5°	Irán	88 200	67	5°	China	3 007
6°	Venezuela	64 477	68	6°	Noruega	2 783
7°	Ex-Unión Soviética	57 000	22	7°	México	2 617
8°	México ¹	43 127	51	8°	Venezuela	2 609
9°	Libia	29 500	59	9°	Gran Bretaña	2 520
10°	China	24 000	22	10°	Emiratos Arabes Unidos	2 204
11°	Estados Unidos	22 457	9	11°	Kuwait	2 000
12°	Nigeria	20 828	30	12°	Nigeria	1 887
13°	Argelia	9 200	n.c.	13°	Canadá	1 814
14°	Noruega	8 422	8	14°	Libia	1 375
15°	India	5 814	n.c.	15°	Indonesia	1 329

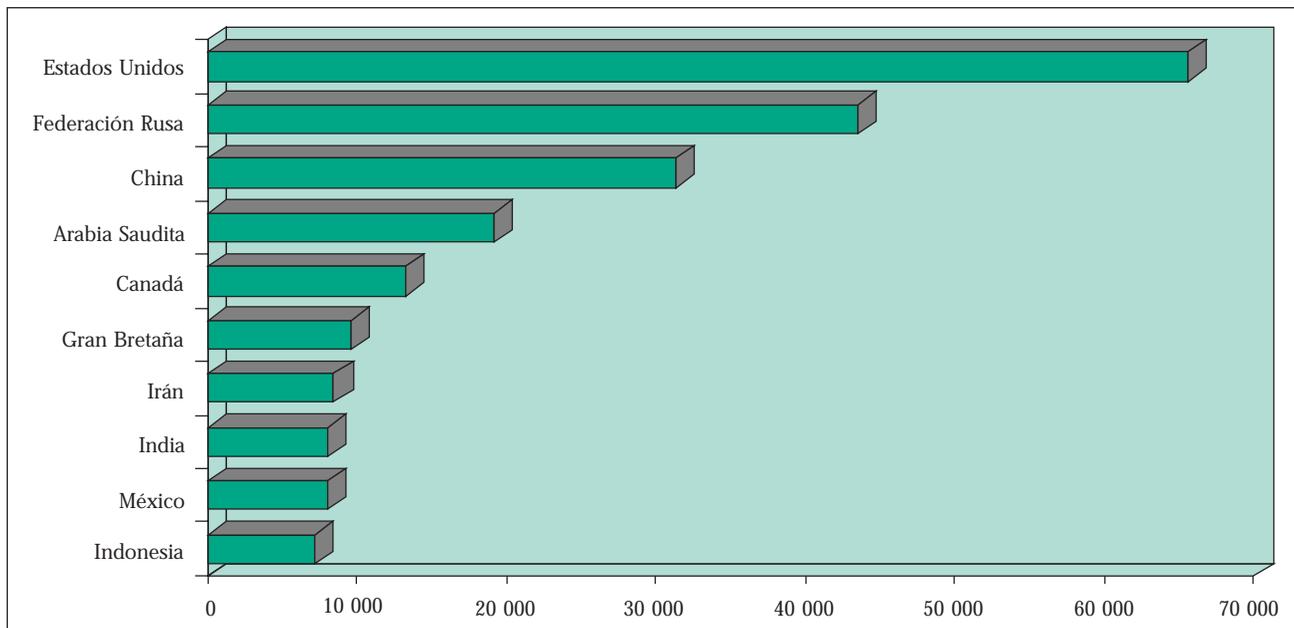
¹ Incluye Condensado.

n.c.: No calculado.

FUENTE: Pemex, *Anuario estadístico* (varios años). En: INEGI, *El sector energético en México*, edición 1996, México, 1997.

Posición de México en la producción global de energía, 1995 (Miles de terajoules)

Gráfica III.3.3.1



NOTA: 1 Terajoule equivale a 0.2388 Teracalorías.

FUENTE: ONU, Energy Statistics Yearbook, 1995, New York, 1996. En: INEGI, **El sector energético en México**, edición 1996, México, 1997.

de emisiones). De acuerdo con los datos de la OCDE para 1994, la intensidad energética de México fue 0.52 (que representa un descenso del nivel de 1988: 0.67), superior al promedio de los países de la OCDE (0.25) y 1.5 veces más alto que el de Estados Unidos y Canadá (0.34 y 0.38, respectivamente).

Finalmente, respecto de la participación del subsector energético en el PIB total, aquél ha registrado, entre 1990 y 1996, una tasa de crecimiento anual de 2.2% (a precios constantes). Información documentada de décadas recientes revela que esa proporción era un poco más alta: 3.2% en 1970 y un nivel histórico de 5.7% en 1983, épocas en las que el petróleo era básicamente el eje de la política económica.

La estructura interna del subsector—analizada a partir de precios constantes— muestra que más de la mitad de su PIB corresponde al sector eléctrico y que éste ha crecido particularmente desde 1993 (en 1996 representó el 56.4%); en segundo lugar están los hidrocarburos, que aportaron el 41% (la extracción de crudo con el 28% en el gran total y la producción de derivados con 13%); finalmente, la extracción y beneficio de carbón, que experimenta un importante retroceso desde 1991, con menos del 3 por ciento (Cuadro III.3.3.2).

Características del sector energético

Atendiendo al criterio económico, hay dos formas de clasificar a los recursos naturales: materiales y ambien-

tales. Los primeros son incorporados por la actividad del hombre a otros procesos a través de los cuales sufrirán una transformación en sí, hasta su consumo final, además de que su uso intensivo puede agotarlos o deteriorarlos. Se trata, por tanto, de recursos con propiedades físicas que los tipifican como no renovables, renovables condicionalmente o renovables completamente. En cuanto al segundo tipo de recursos, el hombre puede hacer uso de ellos en forma indirecta y/o directa, incorporándolos en general a la satisfacción de sus necesidades. En este caso, dependiendo de la magnitud e intensidad de la explotación, los recursos pueden ser renovables o no, agregándose la particularidad de que su utilización intensiva propicia presiones al ambiente debido a un mayor volumen de emisiones contaminantes (Esquema III.3.3.1).

Las diversas fuentes de energía existentes en el mundo presentan algunas de esas propiedades físicas y su disponibilidad depende por tanto de sus formas de utilización. De ahí que, desde el punto de vista de su explotación—algún tipo de transformación industrial—, la energía puede clasificarse convencionalmente en comercial y no comercial. (Un enfoque bastante coincidente con el descrito es el de la estructura del PIB energético, que ya fue presentada, y en la que no están incluidas las fuentes alternativas). Con base en este esquema, se analiza el subsector energético de México (Esquema III.3.3.2).

Producto interno bruto¹ del subsector energético según rama y grupo de actividad, 1990-1996
(Millones de pesos)

Cuadro III.3.3.2

Rama y grupo de actividad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<i>A precios corrientes</i>							
Producto Interno Bruto Total	676 067	868 219	1 029 005	1 155 132	1 306 302	1 678 835	2 296 792
Total del subsector energético	23 427	28 060	33 602	33 173	34 545	45 563	57 134
Extracción y beneficio de carbón y grafito	889	732	653	717	730	1 190	1 945
Extracción de petróleo crudo y gas natural	9 489	9 799	11 376	9 339	9 417	15 066	19 245
Petróleo y derivados	3 853	4 596	5 125	4 791	5 221	7 976	9 088
Refinación de petróleo crudo y derivados	2 751	3 217	3 689	3 310	3 484	5 344	5 822
Regeneración de aceites lubricantes y aditivos	669	916	918	913	1 106	1 707	2 135
Material para pavimentación y techado a base de asfalto	77	136	145	197	204	221	305
Fabricación de coque y otros derivados del carbón mineral	356	328	373	370	427	704	825
Electricidad, gas y agua	9 196	12 933	16 448	18 327	19 178	21 331	26 856
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	7 430	10 508	13 127	13 786	14 169	15 877	20 297
Producción y distribución de gas seco	501	617	843	1 504	1 311	1 432	1 771
Producción y distribución de agua potable	1 265	1 808	2 478	3 036	3 698	4 022	4 188
<i>A precios constantes de 1993</i>							
Producto interno bruto total	1 049 064	1 093 358	1 133 032	1 155 132	1 206 135	1 131 753	1 190 345
Total del subsector energético	31 881	32 228	32 588	33 173	34 464	34 401	36 411
Extracción y beneficio de carbón y grafito	780	694	622	717	820	818	949
Extracción de petróleo crudo y gas natural	8 964	9 353	9 332	9 339	9 381	9 233	10 124
Petróleo y derivados	4 867	4 845	4 765	4 791	5 062	4 736	4 787
Refinación de petróleo crudo y derivados	3 277	3 226	3 236	3 310	3 425	3 244	3 227
Regeneración de aceites lubricantes y aditivos	1 004	1 032	966	913	1 043	904	952
Material para pavimentación y techado a base de asfalto	122	175	186	197	201	160	185
Fabricación de coque y otros derivados del carbón mineral	464	412	378	370	392	428	423
Electricidad, gas y agua	17 270	17 337	17 869	18 327	19 201	19 614	20 552
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	12 676	12 739	13 342	13 786	14 376	14 771	15 387
Producción y distribución de gas seco	1 523	1 514	1 516	1 504	1 541	1 469	1 548
Producción y distribución de agua potable	3 071	3 085	3 010	3 036	3 284	3 374	3 617

¹ En valores básicos.

FUENTE: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México, 1988-1996, México, 1997.

Clasificación de los recursos naturales

Esquema III.3.3.1

Clasificación económica	Clasificación física	Propiedades físicas
Recursos materiales	Recursos minerales	No renovables
	Elementos fundamentales	
	Minerales Hidrocarburos ¹ Piedra, grava, arena	
	Recursos bióticos	Renovables condicionalmente
	Vida atmosférica Vida acuática Vida terrestre	
	Recursos regenerables	Renovables
	Radiación solar ² Ríos Viento Corrientes marinas	
Recursos ambientales	Recursos naturales	Renovables condicionalmente
	Aire Agua Suelos Tierras	

¹ Dado que estos recursos son de muy lenta renovación (su tiempo de formación está en la escala de millones de años), para todo propósito práctico se consideran no renovables.

² Si bien la energía proveniente del sol no se renueva, dada su continua disponibilidad en la escala de vida humana, se le considera aquí un recurso renovable.

FUENTE: Adaptado por Subdirección de Investigación y Desarrollo de Estadísticas Ambientales, DGCNESyP, INEGI con base en: Central Bureau of Statistics of Norway, 1981. En: Central Bureau of Statistics of Norway, **Environmental Statistics 1988**, Oslo, 1988.

Al examinar la estructura del subsector energético de México, resulta que las fuentes que conforman la energía comercial—hidrocarburos, electricidad y carbón—concentran aproximadamente el 94%, en tanto la energía no comercial—compuesta por fuentes alternativas renovables o renovables condicionalmente, todavía en fases experimentales o de incipiente explotación comercial—contribuye con el 6 por ciento (Cuadro III.3.3.3).

De acuerdo con los balances nacionales energéticos de la Secretaría de Energía, se observa que, respecto de la producción, la oferta interna bruta representa el 66.4%, las exportaciones el 37.3% y las importaciones el 4.4%. A su vez, el peso del consumo final de energía, esto es, la energía secundaria producida, dentro de la producción, es del 47.1 por ciento (Cuadro III.3.3.4).

A continuación se presenta un recuento breve de las fuentes que integran ambos tipos de energía (comercial y no comercial), enfatizando en las más importantes desde el punto de vista de su participación en la producción y consumo de energéticos.

Producción de energía

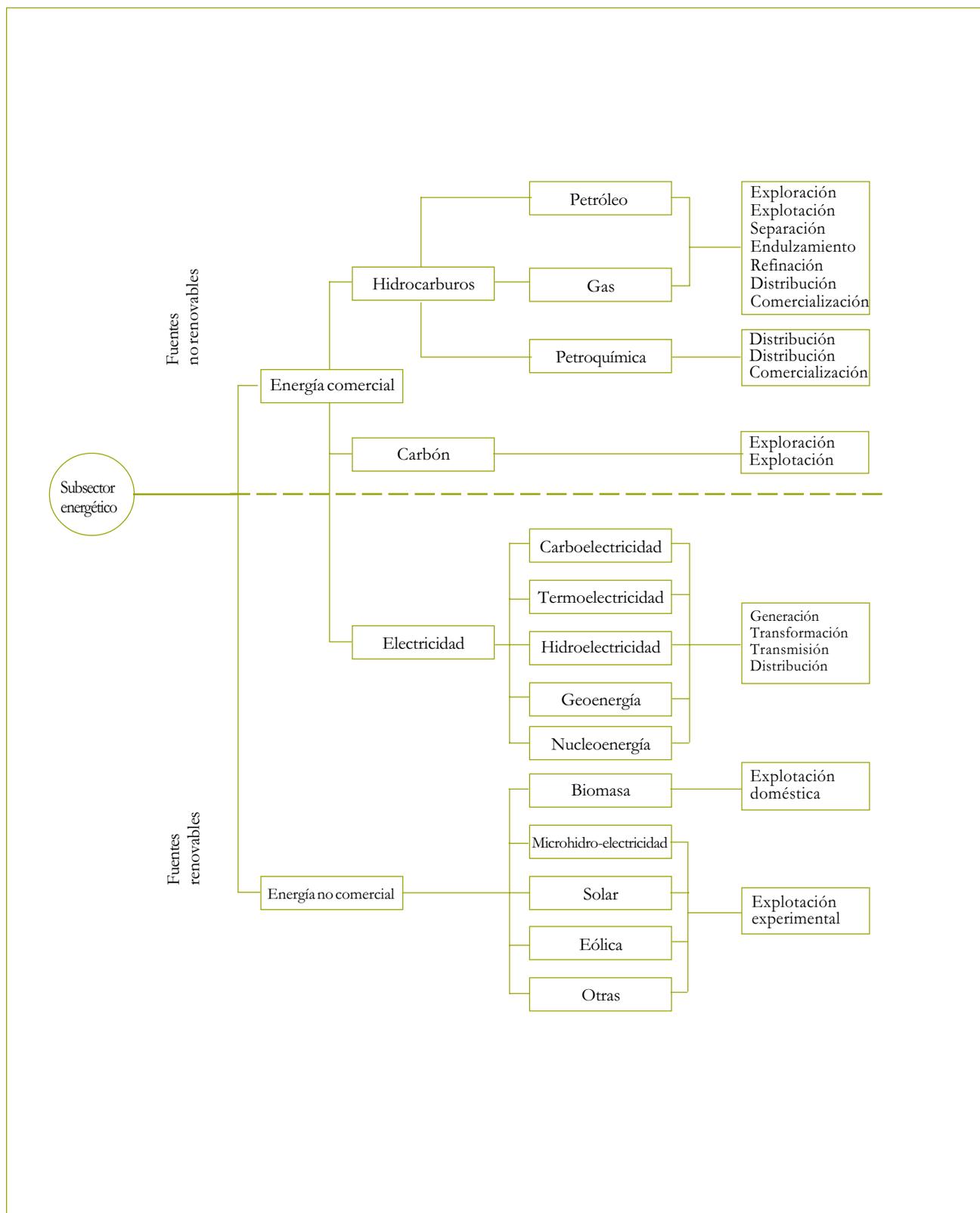
La estructura de la producción energética evidencia—como ha ocurrido por décadas—una alta proporción del petróleo y sus derivados, girando en torno al 90%; le siguen en importancia: biomasa (leña fundamentalmente y bagazo de caña), electricidad y carbón.

En términos de su evolución, la producción de energía en general mantiene, a pesar de sus altas y bajas, un nivel por arriba de las 2 mil petacalorías. El crecimiento anual de cada una de las fuentes también tiene una tendencia irregular, excepto la electricidad que muestra un crecimiento constante. La biomasa, con un nivel superior a las 90 petacalorías en la mayor parte del periodo, descendió a 76.6 y 80.1 en 1994 y 1995; este descenso está dominado por el comportamiento de la leña (Cuadro III.3.3.5).

Las tendencias anteriores se analizan ahora a nivel de las fuentes principales: hidrocarburos y electricidad.

Hidrocarburos

Entre 1990 y 1996, las reservas probadas de hidrocarburos de México han pasado de 66.45 miles de millones a 62.05 miles de millones de barriles, lo que, al ritmo de producción de los últimos años, ha significado un descenso de 53 a 48 años en su nivel de duración (tendencia que puede seguir disminuyendo en tanto no haya nuevos descubrimientos de reservas). Más de dos tercios de las reservas actuales son de petróleo, 21% corresponde a gas seco y 11% a gas natural. En producción, el petróleo acapara las tres cuartas partes y el resto, en su mayor parte, es de gas natural. Las exportaciones, como ya se vio, representan alrededor del 37% de la producción (Cuadro III.3.3.6).



NOTA: Este esquema tiene un fin ilustrativo. No se debe interpretar como descripción oficial o en términos normativos.

FUENTE: Adaptación de Subdirección de Investigación y desarrollo de Estadísticas Ambientales, DGCNESyP, INEGI, con base en Secretaría de Energía, *Balance nacional de energía 1995*, México, 1996; *Anuario Estadístico 1996*, México, 1997; e INEGI, *Sistema de Cuentas Nacionales de México, 1988-1996*, México, 1997.

**Oferta interna bruta de energía primaria según su origen, 1990-1995
(Petacalorías)¹**

Cuadro III.3.3.3

Origen	1990	1991	1992	1993	1994	1995 ^P
Total	1 302.495	1 312.568	1 311.425	1 357.096	1 376.075	1 356.873
Carbón	35.517	34.353	34.740	39.184	45.742	50.264
Hidrocarburos						
Petróleo Crudo	694.487	716.597	714.404	730.833	751.294	710.939
Condensados	35.611	36.485	35.850	35.164	35.592	36.871
Gas no Asociado	64.669	61.595	58.161	49.965	53.749	57.705
Gas Asociado	315.159	304.617	300.283	329.533	338.062	319.168
Electricidad						
Hidroenergía	60.155	55.583	65.873	65.483	49.799	67.408
Geoenergía	13.207	13.898	14.651	14.669	13.906	13.881
Nucleoenergía	7.417	10.969	9.997	12.676	11.412	20.649
Energía Eólica	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.015
Biomasa						
Bagazo de Caña	18.937	20.798	19.440	21.199	17.747	20.858
Leña	57.336	57.673	58.026	58.390	58.762	59.115

¹ Petacaloría = 10¹⁵ calorías.

^P Preliminar.

FUENTE: Secretaría de Energía, Balance nacional de energía 1995, México, 1996.

**México: balance nacional de energía, 1991-1995
(Millones de barriles equivalentes de petróleo)**

Cuadro III.3.3.4

Sector de flujos	Rubros/Procesos	BEPS*				
		1991	1992	1993	1994	1995
Oferta (Energía primaria)	Producción	1 405.915	1 409.056	1 408.159	1 399.069	1 398.080
	Importaciones	58.457	73.555	67.447	68.544	60.952
	Inventarios	-1.740	7.358	4.412	-2.281	6.565
	Oferta Total	1 462.632	1 489.969	1 480.018	1 465.332	1 465.597
	Exportaciones	-534.050	-542.645	-550.535	-546.188	-521.461
	No aprovechada ¹	-26.574	29.473	-27.654	-10.581	-15.502
	Maquila-intercambio neto	-	-	-	-	-
	Oferta interna bruta	902.008	917.851	901.829	908.563	928.634
Transformación (a Energía secundaria)	Total transformación	-145.316	-146.130	-148.195	-150.444	-158.452
	Coquizadoras	-1.052	-1.012	-0.964	-0.964	-1.065
	Refinerías y despuntadoras	-10.641	-10.305	-9.852	-12.102	-6.005
	Plantas de gas y Fraccionadoras	-0.344	-0.269	-0.263	-0.262	-0.117
	Centrales eléctricas	-133.279	-134.544	-137.116	-137.116	-151.265
	Consumo propio del sector ²	-107.522	-108.468	-92.768	-105.463	-97.589
	Diferencia estadística ³	-2.683	-4.812	-1.844	-3.100	2.288
	Pérdidas (transporte, distribución, almacenamiento)	-13.640	-13.806	-13.189	-13.189	-16.854
Consumo final (Energía secundaria)	Consumo final total	632.847	644.635	645.833	636.367	658.027
	Consumo final no energético	65.023	69.867	60.180	57.861	50.662
	Petroquímica PEMEX ⁴	50.554	50.136	43.726	44.447	43.262
	Otras ramas económicas	14.469	19.731	16.454	13.414	7.40
	Consumo final energético	567.824	574.768	585.653	578.506	607.365
	Residencial, comercial y público	128.234	135.561	139.434	130.354	135.436
	Transporte	226.938	229.289	233.632	233.604	236.543
	Agropecuario	15.466	15.068	15.232	15.232	15.760
	Industrial ⁵	197.186	194.850	197.355	199.316	219.626
Petroquímica ⁶	32.762	30.140	26.832	26.832	33.649	
Otras ramas industriales	164.424	167.710	170.523	172.484	185.977	

*BEPS: Barriles equivalentes de petróleo. Los valores son el resultado final de los procesos primario y secundario de la energía.

¹ Derrames accidentales de petróleo crudo y gas natural enviado a la atmósfera y bagazo de caña.

² Incluyendo pérdidas por transportación, distribución y almacenamiento.

³ En el rubro de electricidad corresponde a las entregas de los autoprodutores privados.

⁴ Se refiere a la materia prima para la petroquímica básica.

⁵ Incluye combustibles para el autoabastecimiento de energía eléctrica.

⁶ Se refiere al consumo energético de la petroquímica básica.

FUENTE: Adaptado por INEGI con base en: SEMIP, *Balance nacional de energía*, varios años, SEMIP, México, y Secretaría de Energía, *Balance nacional de energía 1995*, SE, México, 1996.

Producción de energía primaria, 1990 - 1995

 Cuadro III.3.3.5 (Petacalorías¹)

Tipo de energía	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Total	2 058.562	2 118.830	2 120.479	2 126.548	2 106.109	2 090.170
Carbón	35.640	32.363	30.753	32.538	43.505	40.854
Hidrocarburos	1 850.522	1 913.835	1 907.612	1 907.733	1 910.843	1 867.264
Petróleo crudo	1 401.261	1 471.940	1 469.359	1 473.603	1 467.265	1 428.169
Condensados	57.270	64.609	67.435	64.239	35.568	37.389
Gas asociado	327.197	61.888	312.285	319.450	354.011	63.180
Gas no asociado	64.794	315.398	58.533	50.441	53.999	338.526
Electricidad	80.779	80.450	90.521	92.828	75.127	101.953
Hidroenergía	60.155	55.583	65.873	65.483	49.799	67.408
Geoenergía	13.207	13.898	14.651	14.669	13.906	13.881
Nucleoenergía	7.417	10.969	9.997	12.676	11.412	20.649
Biomasa	91.621	92.182	91.593	93.449	76.634	80.099
Bagazo de caña	20.887	20.939	19.929	21.346	17.872	20.984
Leña	70.734	71.243	71.664	72.103	58.762	59.115

¹ 1 petacaloría = 10¹⁵ calorías.

FUENTE: SEMIP y Secretaría de Energía, *Balance nacional de energía*, México, varios años.

Según la Memoria de Labores de Pemex, las reservas de hidrocarburos se encuentran en diversas regiones del Golfo de México y de manera predominante en altamar (46% en 1996), seguida por la región norte (34%) y la región sur (20%). Esta estructura regional se mantiene al diferenciarse los montos disponibles según petróleo, gas y condensados.

La explotación de estos recursos, y particularmente del petróleo, se da mayormente (74% en 1995) en aguas territoriales; la región sur, aun cuando ocupa el tercer lugar en reservas, contribuye con el 22%, en tanto que la región norte, segundo lugar en reservas, lo hace con el 4%. En el Mapa III.3.3.1 se ubican las principales regiones y distritos productores de petróleo.

Al analizar la producción de petróleo en sus tres grados de pureza, se observan proporciones similares a la estructura productiva general: el pesado (*Maya*, con densidad de 22° y 3.3% de azufre en peso) contribuye con 47%, el ligero (*Istmo*, con densidad de 33.6° y 1.3% de azufre) 33% y el super ligero (*Olmeca*, con densidad de 39.6° y 0.8% de azufre) 20%. De las regiones marina y norte se obtienen las mayores cuotas del tipo pesado, al igual que ocurre con el ligero; únicamente la región sur aporta el super ligero.

Respecto al origen de la energía secundaria producida, los petrolíferos conservan su preeminencia (89% en 1995), seguidos por la electricidad (10%) y el coque (1%). El incremento anual promedio de estas

Reservas probadas, producción y exportación de hidrocarburos 1990-1996

Cuadro III.3.3.6

Periodo	Reservas (Millones de barriles)				Reservas/ producción ³ (años)	Producción			Exportación de petróleo (Miles de barriles diarios)
	Total ¹	Crudo	Líquidos del gas	Gas seco ²		Total hidrocarburos (Millones de barriles)	Petróleo (Miles de barriles diarios)	Gas natural (Millones de pies cúbicos diarios)	
1990	66 450	45 250	6 733	14 467	53	1 268	2 513.3	3 652	1 277.1
1991	65 500	44 560	6 738	14 202	52	1 310	2 548.0	3 634	1 368.7
1992	65 000	44 292	6 633	14 075	50	1 304	6 275.8	3 584	1 367.8
1993	65 050	44 439	6 786	13 825	50	1 316	2 667.7	3 576	1 337.1
1994	64 516	44 043	6 733	13 740	49	1 320	2 673.4	3 625	1 307.4
1995	63 220	43 127	6 648	13 445	48	1 293	2 685.1	3 759	1 305.5
1996	62 058	42 072	400	12 428	48	1 413	2 858.0<	4 195	1 543.9

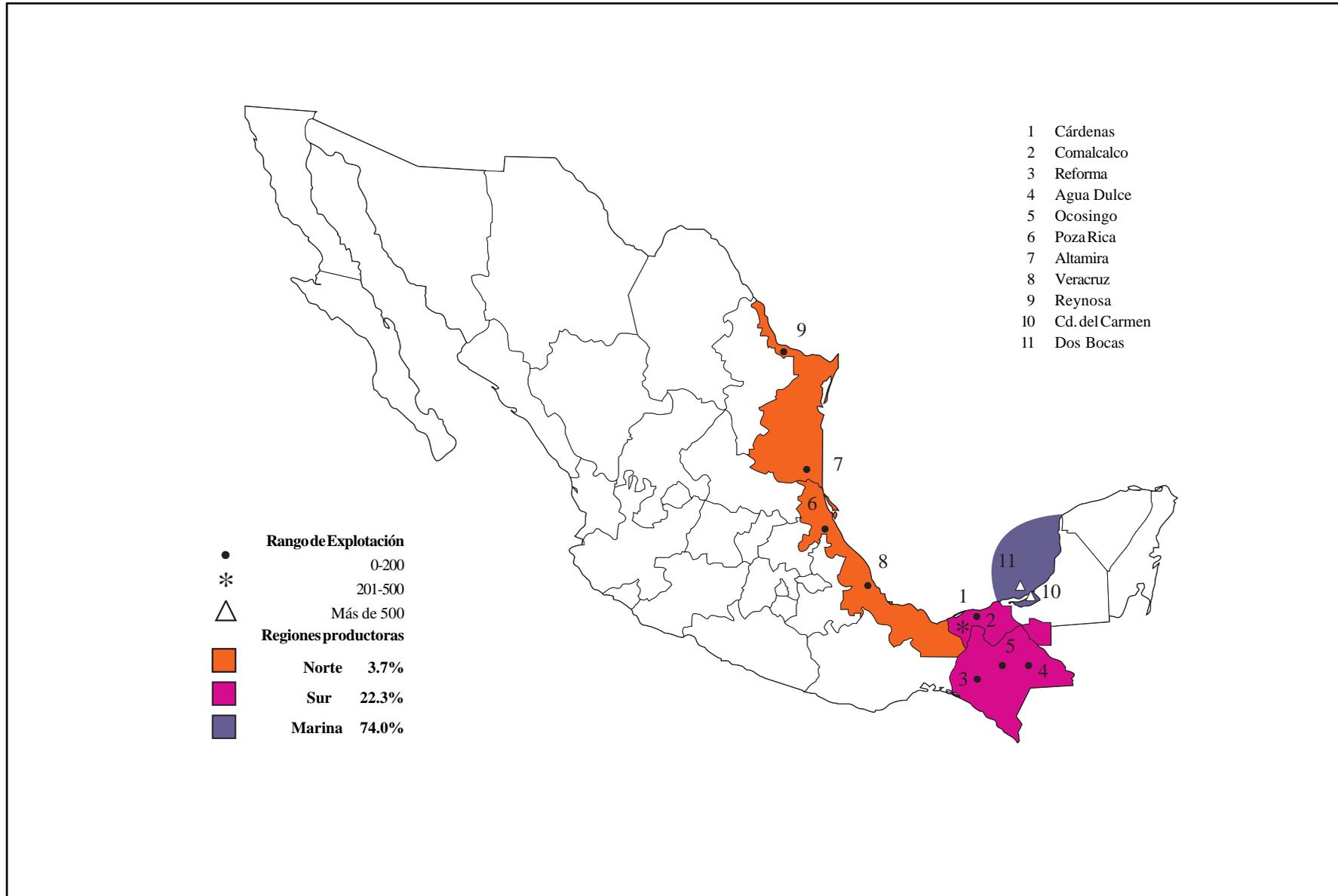
¹ Datos a principio de año.

² Equivale a crudo.
de diciembre/Producción del año anterior.
Pemex, **Anuario estadístico**, varios años.

³ Reservas al 1o.
FUENTE:

Producción de petróleo crudo por región y distrito,1995
(Miles de barriles diarios)

Mapa III.3.3.1



FUENTE: Pemex, Anuario Estadístico 1996, México, 1997.

Producción de energía secundaria según su origen, 1990-1995

Cuadro III.3.3.7 (Petacalorías)¹

Origen	1990	1991	1992	1993	1994	1995 ^P
Total	1 165.493	1 188.544	1 175.763	1 216.210	1 265.594	1 221.236
Petrolíferos	1 051.655	1 072.703	1 057.585	1 094.416	1 134.091	1 084.500
Coque	15.584	14.054	13.556	12.947	13.234	14.320
Electricidad	98.254	101.787	104.622	108.847	118.269	122.416

¹ Petacaloría = 10¹⁵ calorías.

^P Preliminar.

FUENTE: Secretaría de Energía, *Balance nacional de energía 1995*, México, 1996.

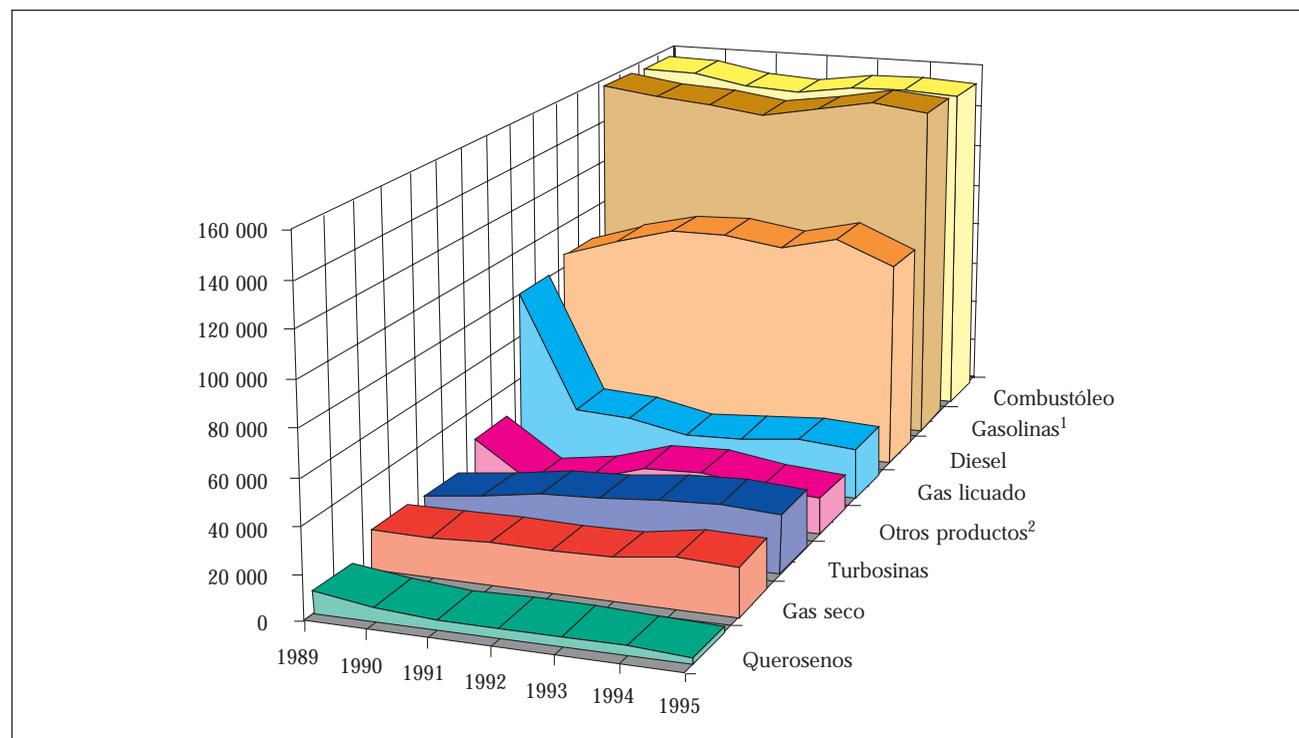
fuentes en el periodo 1990-1995 es respectivamente: 0.6, 4.5 y -1.7 por ciento (Cuadro III.3.3.7).

En lo que respecta a la producción de petrolíferos, el combustóleo —un combustible con alto poder calorífico y, por ende, con alto potencial contaminante, después del carbón y el coque— es el más importante,

seguido por las gasolinas y el diesel. Durante el periodo considerado, las turbosinas, el gas seco y el diesel experimentaron incrementos, manteniéndose prácticamente estable la producción de gasolina (cuya demanda es atendida en buena medida por las importaciones). En el otro extremo de la variación, la producción de gas licuado y querosenos descendió (Gráfica III.3.3.2).

Producción de petrolíferos, según producto, 1989-1995^P (Miles de barriles)

Gráfica III.3.3.2



¹ Incluye transferencia de gasolina de la Cangrejera a Minatitlán. A partir de septiembre de 1990 la gasolina Magna Sin sustituyó a la gasolina Extra.

² Incluye Aeroflex 1-2, coque, gasóleo de vacío a exportación, extracto furfural y fondos de alto vacío.

^P Cifras preliminares.

FUENTE: Pemex, *Anuario Estadístico, 1996*, México, 1997.

Petroquímica

Los productos petroquímicos son elaborados a partir de materias primas que tienen su origen en la refinación del petróleo crudo y el gas natural. Pemex elabora 56 petroquímicos, los cuales, según resolución publicada en el *Diario Oficial* del 17 de agosto de 1992, son clasificados así:

Básicos: Sólo pueden ser elaborados por la nación, por conducto de Pemex o de organismos o empresas subsidiarias de esa institución o asociadas a la misma, creadas por el Estado, en las que no intervienen los particulares. Total de productos: 8 (butano, etano, heptano, hexano, materia prima para negro de humo, naftas, pentano, propano).

Secundarios: Su elaboración requiere permiso de la Secretaría de Energía. Total de productos: 13 (acetileno, amoniaco, benceno, butadieno, butileno, etileno, metanol, n-parafinas, ortoxileno, paraxileno, propileno, tolueno, xileno).

Otros: Pueden ser elaborados indistintamente por el sector público o privado, sin requerir autorización alguna de la Secretaría de Energía. En total son 37 productos: acetaldehído, acetonitrilo, ácido cianhídrico, ácido clorhídrico, ácido muriático, acrilonitrilo, alquilarilo pesado, anhídrido carbónico, aromáticos pesados, aromina 100, azufre, ciclohexano, cloruro de vinilo, cumeno, dicloroetano, dodecibenceno, especialidades petroquímicas, estireno, éter metil terbutílico, etilbenceno, fluxoil, glicoles, hidrógeno, isopropanol, nitrógeno, óxido de etileno, oxígeno, percloroetileno, polialquilados, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad, polímero ligero, polipropileno, refinado II, sulfato de amonio, tetracloruro de carbono, tetrámero de propileno.

De acuerdo con la información oficial, la producción de petroquímicos en el periodo 1990-1995 pasó de 12.7 millones a 13.4 millones de toneladas. En el conjunto de estos productos predominan los derivados del metano, que en 1995 representaban 43.6%; la estructura la completan: derivados del etano 23.4%, aromáticos y derivados 12.9%, propileno y derivados 3.5% y otros 16.6%. Las unidades y centros petroquímicos se localizan principalmente en Veracruz; en las siguientes entidades existe al menos uno: Puebla, Tamaulipas, Chihuahua, Guanajuato e Hidalgo. Poco más del 40% de todos los petroquímicos es vendido internamente y casi el 2% es exportado; las importaciones respecto al total producido representan el 0.2%.

En lo que corresponde a tráfico de cabotaje, el transporte de combustibles se da en más de 21 puertos del país, tanto del Golfo de México y el Caribe Mexicano como del Pacífico, con un monto total cercano a los 45 millones de toneladas en 1994. En el primer caso, el movimiento portuario se concentra en tres puntos: Pajaritos y Tuxpan (Veracruz) y Tampico (Tamaulipas); en el Pacífico, Salina Cruz (Oaxaca) es el puerto de mayor movimiento (Gráfica III.3.3.3).

Electricidad

En la generación de electricidad participan los sectores público y privado, con las proporciones siguientes en 1995: 94 y 6%, respectivamente. En el conjunto de fuentes del sector público, el vapor es el que muestra una mayor participación (58.5% al inicio del periodo y 48% al final); la hidroelectricidad contribuye con aproximadamente una quinta parte y la carboelectricidad, cuya participación pasó del 7 al 10%. Entre las restantes, la nucleoelectricidad

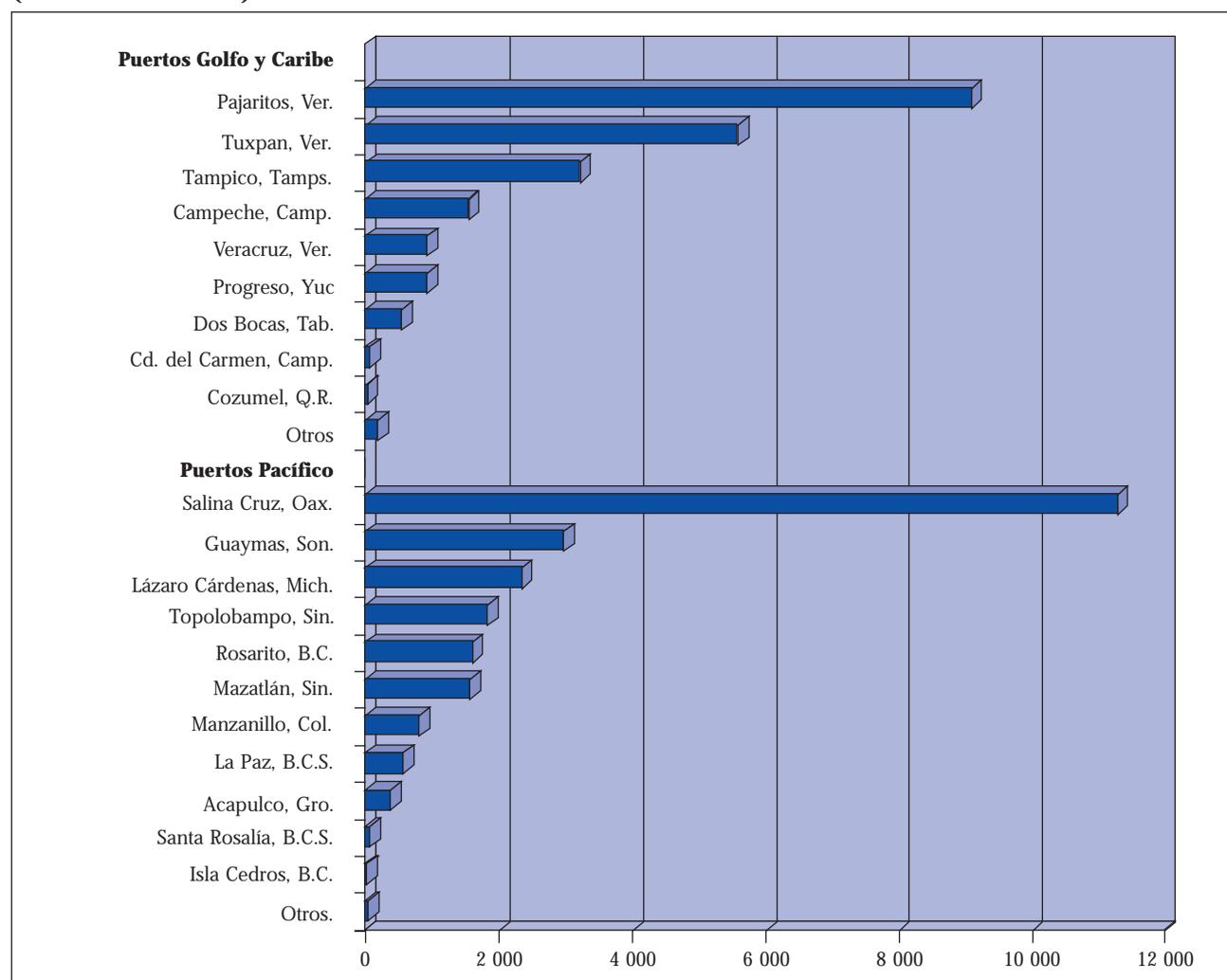
tiene un incremento significativo, al pasar su proporción de 2.6 a 6.0 por ciento (Cuadro III.3.3.8).

Considerando el tipo de combustible utilizado para la producción de energía eléctrica, el combustóleo resulta ser el predominante, aunque —probablemente por las medidas de sustitución por otros menos contaminantes— su preponderancia ha menguado: 71.2% en 1990 y 62.3% en 1995. El diesel es otro petrolífero que también ha reducido su participación, no sólo en términos relativos sino también absolutos (Gráfica III.3.3.4).

Al observar la generación de electricidad por entidad federativa y tipo de fuente, destacan (en orden de importancia): Veracruz, Coahuila, Hidalgo, Chiapas y Guerrero, que en conjunto producen la mitad de la electricidad nacional. Salvo Chiapas y (en menor medida) Guerrero, en los que la hidroelectricidad es la más importante, en las demás entidades participan diversas fuentes dentro de la termoelectricidad (Cuadro III.3.3.9).

Movimiento de petróleo y derivados en tráfico de cabotaje, según puertos, 1994 (Miles de toneladas)

Gráfica III.3.3.3



FUENTE: Secretaría de Comunicaciones y Transportes/IMT, *Manual Estadístico del Sector Transporte 1994*, México, 1996.

México: generación bruta de electricidad por sector y tipo de fuente, 1990-1995

Cuadro III.3.3.8 (Gigawatts hora)

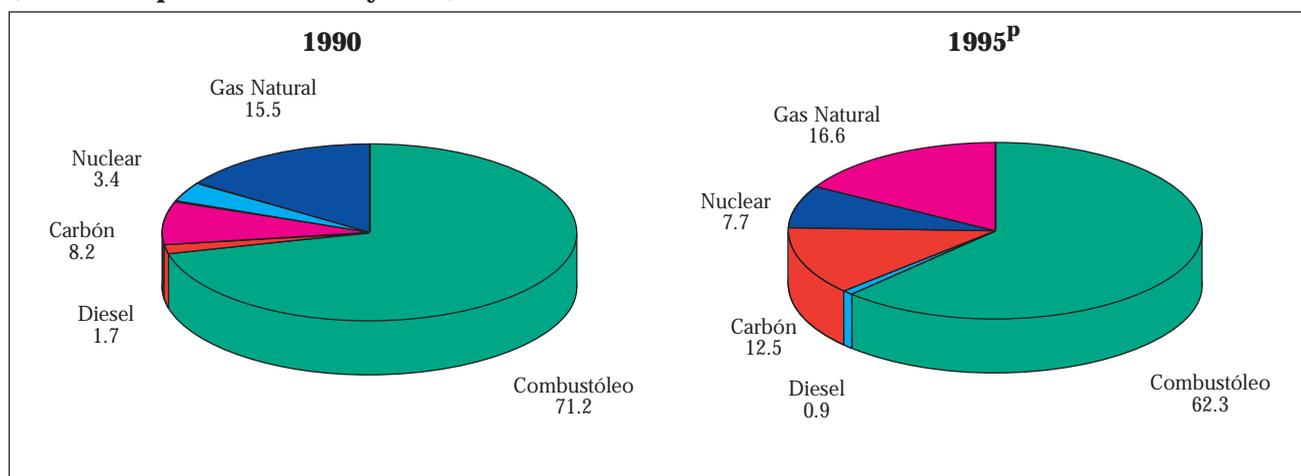
Sector y tipo de fuente	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Total	122 749	126 962	130 283	135 316	146 722	151 544
Sector público	114 317	118 412	121 697	126 566	137 522	142 344
Hidroeléctrica	23 333	21 737	26 095	26 235	20 048	27 528
Termoeléctrica	90 984	96 675	95 602	100 331	117 470	114 810
Vapor	66 916	70 328	69 829	68 339	77 023	68 948
Combustión interna	78	186	237	277	249	364
Turbogas ¹	668	659	281	277	456	455
Ciclo combinado	7 487	7 748	7 214	7 982	9 099	10 399
Geotermoeléctrica	5 124	5 435	5 804	5 877	5 598	5 669
Carboeléctrica	7 774	8 077	8 318	10 500	13 036	14 479
Nucleoeléctrica	2 937	4 242	3 919	4 931	4 239	8 443
Dual				2 148	7 770	6 053
Eoloeléctrica	0	0	0	0	4	6
Sector privado	8 432	8 550	8 586	8 750	9 200	9 200

¹Incluye 74, 55 y 44 GWh de HYLISA (cogeneración) para 1990, 1991 y 1992, respectivamente.

FUENTE: INEGI, *El sector energético en México*, edición 1996, México 1997.

Combustibles utilizados en la generación de energía eléctrica (Estructura porcentual 1990 y 1995)

Gráfica III.3.3.4



^P Preliminar.

FUENTE: Secretaría de Energía, *Balance nacional de energía, 1995*, México, 1996.

Generación bruta de la industria eléctrica por tipo de fuente según entidad federativa, 1995 (Gigawatts/hora)

Cuadro III.3.3.9

Entidad federativa	Total ^P	Termoeléctrica										
		Hidro- eléctrica	Sub- total	Vapor	Combustión Interna	Turbo- gas	Ciclo Combinado	Geotermo- eléctrica	Carbo- eléctrica	Núcleo- eléctrica	Dual	Eolo- eléctrica
Total	142 344	27 528	114 810	68 948	364	455	10 399	5 669	6 053	14 479	8 443	6
Baja California	7 505	-	7 505	2 760	-	6	-	4 739	-	-	-	-
Baja California Sur	910	-	910	537	361	12	-	-	-	-	-	-
Campeche	972	-	972	964	-	8	-	-	-	-	-	-
Coahuila	14 595	105	14 490	-	-	11	-	-	-	14 479	-	-
Colima	6 370	-	6 370	6 370	-	-	-	-	-	-	-	-
Chiapas	11 995	11 995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chihuahua	4 765	-	4 765	4 736	-	29	-	-	-	-	-	-
Distrito Federal	45	-	45	-	-	45	-	-	-	-	-	-
Durango	3 223	-	3 223	2 267	-	12	944	-	-	-	-	-
Guanajuato	3 728	-	3 728	3 728	-	-	-	-	-	-	-	-
Guerrero	11 299	5 240	6 059	-	-	6	-	-	6 053	-	-	-
Hidalgo	13 463	117	13 346	9 735	-	-	3 611	-	-	-	-	-
Jalisco	521	521	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
México	5 153	731	4 422	4 338	-	84	-	-	-	-	-	-
Michoacán	3 007	2 363	644	-	-	-	-	644	-	-	-	-
Nayarit	2 132	2 131	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Nuevo León	5 224	-	5 224	2 730	-	4	2 490	-	-	-	-	-
Oaxaca	611	605	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
Puebla	1 573	1 287	286	-	-	-	-	286	-	-	-	-
Querétaro	1 101	n.s.	1 101	-	-	-	1 101	-	-	-	-	-
Quintana Roo	170	-	170	-	1	169	-	-	-	-	-	-
San Luis Potosí	4 446	98	4 348	4 348	-	-	-	-	-	-	-	-
Sinaloa	5 471	1 022	4 449	4 444	-	5	-	-	-	-	-	-
Sonora	6 399	804	5 595	5 590	1	4	-	-	-	-	-	-
Tamaulipas	5 368	68	5 300	5 300	-	n.s.	-	-	-	-	-	-
Veracruz	19 929	441	19 488	9 477	-	-	1 568	-	-	-	8 443	-
Yucatán	2 369	-	2 369	1 624	-	60	685	-	-	-	-	-
Zacatecas	-	-	-	-	-	n.s.	-	-	-	-	-	-

n.s.: no significativo.

^P preliminar.

FUENTE: INEGI, *El sector energético en México*, edición 1996, México, 1997.

La participación de otras fuentes no convencionales en la producción nacional de energía es modesta (Cuadro III.3.3.5). Sin embargo, dadas las características del clima y en general de las condiciones físicas del país, su desarrollo a largo plazo se considera como indispensable y viable, sobre todo en lo que respecta a microhidroelectricidad y energía solar. En algunas de estas fuentes los avances alcanzados se limitan todavía al campo de la investigación y en otras a la experimentación o al uso doméstico o de autoconsumo, pero en otras se evidencia un desarrollo importante. A continuación, una breve descripción de las más importantes, considerando la escasa disponibilidad de información:

Biomasa (leña y bagazo de caña): Este tipo de energía ha sido históricamente importante en México, debido a que la mayor parte de la población rural la consume como combustible en sus hogares. La energía producida por la biomasa se ha mantenido alrededor de 4% del total de la producción de energía primaria durante el periodo 1990-1995 (Cuadro III.3.3.5).

Microhidroelectricidad: El potencial hidráulico aprovechable de México para los microsistemas es considerable aunque su aprovechamiento es bajo, y se concentra en un área reducida del territorio, principalmente en el sur, donde los recursos acuíferos son abundantes. Los microsistemas son utilizados por particulares para la generación de energía mecánica y eléctrica. No se dispone de información sobre la proporción de este tipo de energía respecto a la hidroelectricidad en general, pero su proporción, respecto a la producida para fines públicos, es mínima.

Energía solar: Por la ubicación geográfica y las características climatológicas de la mayor parte del territorio nacional, la energía solar representa un amplio potencial para su aprovechamiento en diversas actividades, además de ser una fuente ambientalmente sustentable. Sin embargo, su participación en el total de la producción de energía primaria es todavía insignificante y se da principalmente a través de sistemas de calentadores (para albercas e invernaderos, entre otros) y en módulos fotovoltaicos (bombeo de agua, iluminación doméstica, telefonía rural, etcétera).

Energía eólica: Este tipo de energía aparece por primera vez en 1994 y 1995 en los balances de energía, aunque su contribución es prácticamente nula (Cuadro III.3.3.3).

Consumo de energía

Frente a la producción, el consumo nacional de energía en el periodo 1990-1995 muestra un crecimiento mayor (0.9% anual contra 0.3%), comportamiento que se refleja también en su proporción, que pasó del 64.5 al 66.4 por ciento.

En la estructura del consumo nacional de energía el consumo final absorbe alrededor del 70%, corres-

pondiéndole la proporción restante al propio sector energético (Cuadro III.3.3.10), cuyo peso considerable se deriva –como puede notarse en el Cuadro III.3.3.4– tanto del autoconsumo como, en mayor medida, de las pérdidas por transformación.

Al analizar el consumo final, se observa que éste experimentó, en el periodo de referencia, un crecimiento de 1.4%, el cual puede desagregarse así: el consumo no energético (es decir, el que utiliza los insumos energéticos como materia prima para transformarla y no para su propia actividad) decreció en 5.2%, mientras que el consumo energético a nivel social se incrementó en 2.1%. Este último comportamiento tiene las siguientes tendencias:

Consumo residencial, comercial y público: mantiene una proporción en torno al 22%, y es el sector social con el mayor crecimiento anual: 2.6%. De acuerdo con los balances energéticos, para satisfacer las necesidades de cocción de alimentos, iluminación, calefacción, calentamiento de agua y alumbrado público, se utiliza preponderantemente gas licuado, leña, electricidad, entre otros.

Consumo en transporte: con una proporción del 39% y un crecimiento de 2.0%. Es importante observar que dentro de esta actividad las gasolinas constituyen el principal combustible, después el diesel, las kerosinas o kerosenos, gas licuado, entre los principales.

Consumo agropecuario: absorbe casi el 3% del total y su crecimiento fue el más bajo: 0.2%. En la actividad agropecuaria destacan el diesel y la electricidad.

Consumo industrial: es el que sigue en importancia después del transporte; absorbe el 36% y su incremento fue de 2%. Los energéticos más utilizados son gas natural, combustóleo y electricidad. Es importante observar que, dentro del sector industrial, dieciséis ramas de consumo intensivo de energía acaparan el 73% del sector (en orden de importancia): siderurgia, petroquímica, química, azúcar, cemento, minería, celulosa y papel, vidrio, fertilizantes, cerveza y malta, aguas envasadas, construcción, automotriz, aluminio, hule y tabaco.

Una forma rápida de apreciar la composición de la producción energética y los flujos y destinos de las distintas fuentes de energía hacia el consumo se presenta en el Diagrama III.3.3.1.

Por tipos de combustibles, el consumo energético presenta las siguientes características: los sólidos (en orden de importancia: leña, bagazo de caña y coque) representan aproximadamente una décima parte del total, al igual que la electricidad; los petrolíferos tienen la mayor proporción con 63% y le sigue el gas natural, con alrededor del 16 por ciento.

**Consumo nacional de energía, 1990-1995
(Petacalorías)¹**

Cuadro III.3.3.10

Destino	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Consumo nacional	1 327.454	1 359.400	1 381.267	1 372.076	1 421.179	1 388.338
Consumo sector energético	409.184	405.647	411.161	411.058	424.708	404.568
Consumo final total	918.270	953.753	970.106	961.018	996.471	983.770
Consumo no energético	98.734	97.996	105.142	87.379	90.700	75.742
Petroquímica básica	74.337	76.190	75.449	67.122	64.381	64.679
Otras ramas económicas	24.397	21.806	29.693	20.257	26.319	11.063
Consumo energético	819.536	855.757	864.964	873.639	905.771	908.028
Residencial, comercial y público	178.225	193.259	204.003	196.856	203.735	202.482
Transporte	320.601	342.014	345.056	352.781	367.240	353.639
Agropecuario	23.294	23.309	22.675	23.003	21.366	23.562
Industria y minería	297.416	297.175	293.230	300.999	313.430	328.345

¹ petacalorías= 10¹⁵ calorías

FUENTE: Secretaría de Energía, *Balance nacional de energía*, México, varios años.

**Consumo final de energía según fuentes, 1990-1995
(Petacalorías)**

Cuadro III.3.3.11

Año	Combustibles sólidos			Petrolíferos				Gas Natural		Electri- cidad ²	Total	
	Leña	Bagazo de caña	Coque	Gas Licuado	Gasolin- as	Kero- sinas	Diesel ¹	Combust- tóleo	Gas no asociado			Gas
1990	57.3	17.4	16.2	76.6	211.1	22.8	108.0	87.9	11.3	120.6	79.2	808.3
1991	57.7	19.0	14.0	80.8	227.4	22.4	115.3	80.1	10.2	133.7	81.5	842.2
1992	58.0	16.7	15.9	88.1	229.8	24.5	123.1	73.3	13.4	126.3	83.9	852.9
1993	58.4	19.3	16.0	92.9	234.2	24.3	125.1	72.3	14.0	130.0	87.1	873.6
1994	58.8	17.4	17.8	97.9	245.4	27.0	121.1	69.9	15.6	138.6	94.2	903.6
1995	59.1	20.3	19.9	98.0	234.5	25.1	123.9	63.1	19.8	146.8	97.5	908.0

¹ Incluye gasóleo industrial a partir de 1991.

No incluye la autogeneración.

FUENTE: Secretaría de Energía, *Balance nacional de energía 1995*, SE, México, 1996.

2

México: indicadores económicos y energéticos, 1990-1995

Cuadro III.3.3.12

Año	Consumo Nacional de Energía (petacalorías)	Intensidad Energética (kcal/\$ producto)	Consumo de energía por habitante (Mill. de kcal/hab.)
1990	1 312.426 ¹	1 150.4	16.1 ²
1991	1 345.830 ¹	1 131.9	15.8
1992	1 369.515 ¹	1 111.5	15.8
1993	1 372.076	1 092.2	15.5
1994	1 417.481 ¹	1 080.2	15.7
1995	1 388.338	1 128.0	15.2

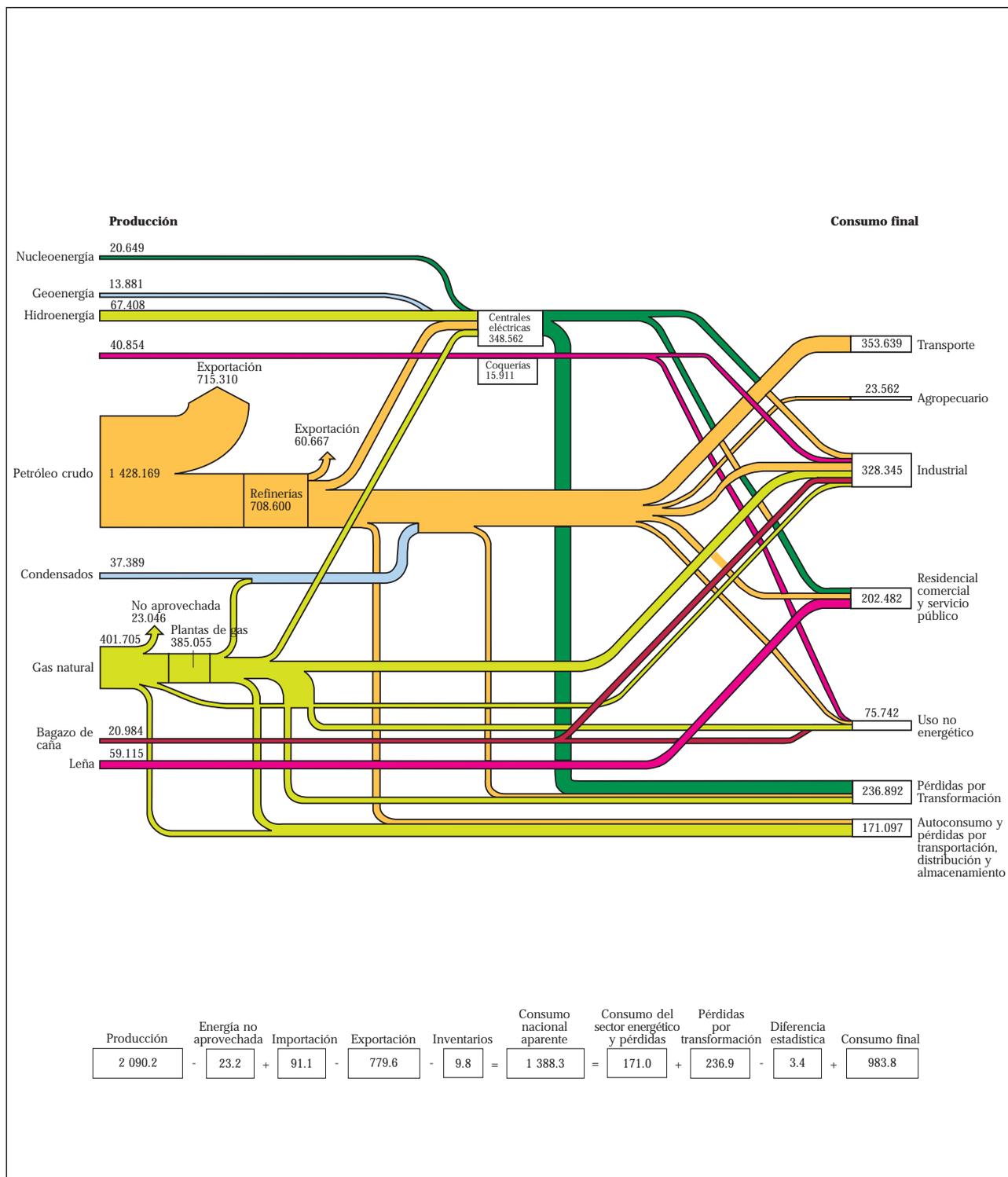
¹ Estas cifras no coinciden con las del cuadro III.3.3.10. En ambos casos, la fuente es la misma.

² Tasa modificada con base en la cifra definitiva de la población en 1990.

FUENTE: Adaptado por INEGI con base en Secretaría de Energía, *Balance nacional de energía, 1995*, México, 1996.

México: Diagrama simplificado¹ de los flujos de energía, 1995 (Petacalorías²)

Diagrama III.3.3.1



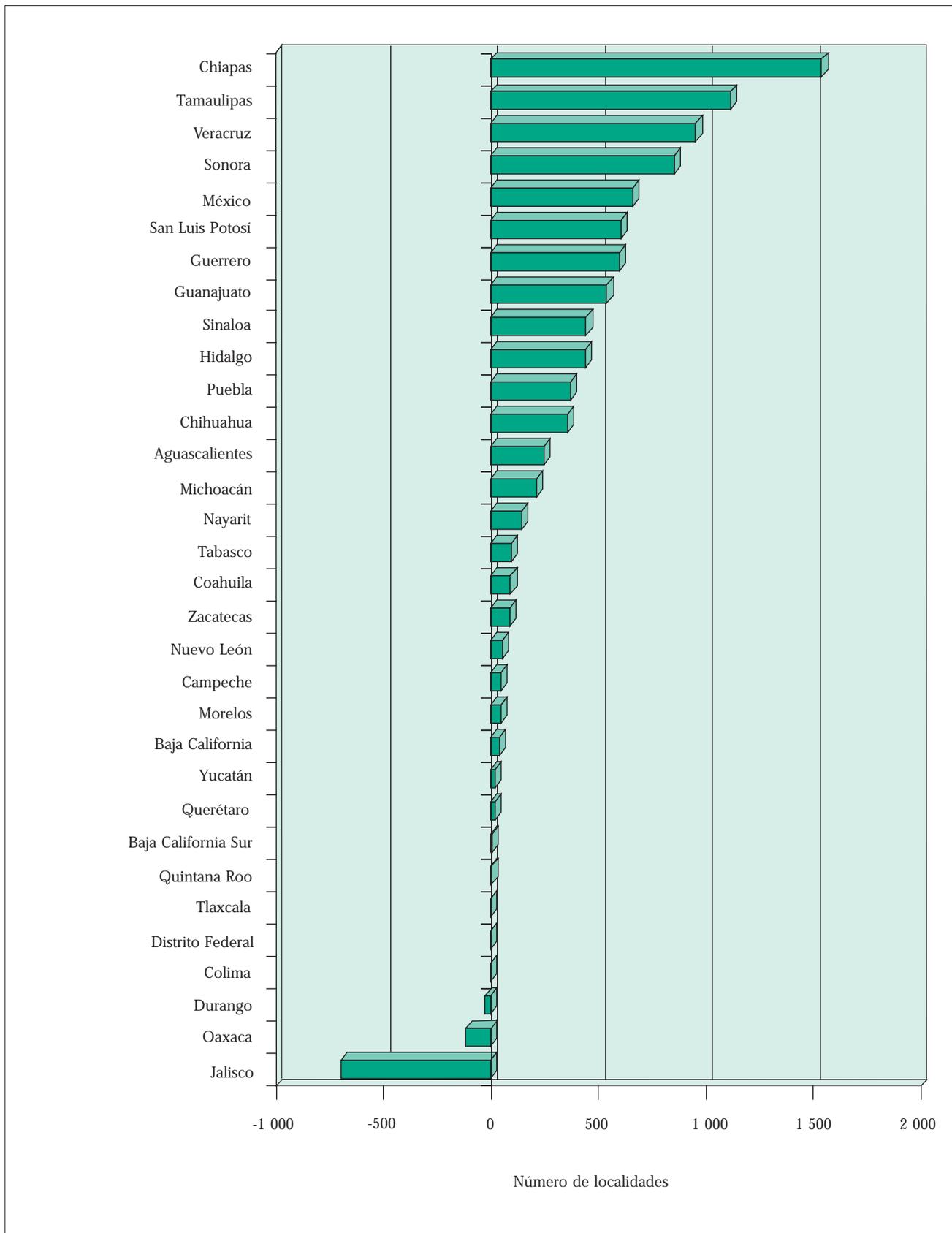
¹ Se omiten los flujos con cantidades menores a 1 petacaloría

² 1 Petacaloría = 10¹⁵ calorías

FUENTE: Adaptado por INEGI de Secretaría de Energía, **Balance nacional de energía 1995**, México, noviembre, 1996.

Localidades incorporadas al servicio eléctrico por entidad federativa, entre 1991 y 1994 (Diferencia absoluta)

Gráfica III.3.3.5



FUENTE: INEGI, *Estadísticas por Entidad Federativa*, varios años.

Dentro de los petrolíferos, las gasolinas tienen el mayor consumo, 41.7% en 1990 y 43.0% en 1995; en segundo lugar está el diesel, luego el combustóleo (que ha tenido un descenso significativo en los mismos años), siguiéndoles el gas y los kerosenos. Entre los sólidos, disminuyó la proporción de la leña, aumentó la del coque, y la del bagazo de caña mantuvo prácticamente su nivel (Cuadro III.3.3.11).

Un aspecto importante en términos del impacto ambiental, es el que se refiere a la distribución de petróleo y derivados. Algunos datos oficiales reflejan la importancia de esta actividad: desde 1992, la red de ductos en el país rebasa los 60 mil kilómetros. La mayor parte de la misma corresponde a lo que se denominan ductos de recolección y servicio (superando los 28.5 mil kilómetros); los gasoductos y los poliductos siguen en importancia presentando estos últimos un crecimiento considerable en los últimos años; y en cuanto a oleoductos, su longitud se aproxima a los 6 mil kilómetros.

En cuanto a la distribución del servicio eléctrico, entre 1991 y 1994 éste se extendió a 8 mil 802 localidades más del territorio nacional. El mayor número de nuevas localidades con este servicio se concentró en los estados de Chiapas, Tamaulipas, Veracruz y Sonora. En el otro extremo, Jalisco, Oaxaca y Durango aparecen con una reducción en el número de localidades incorporadas al servicio (Gráfica III.3.3.5).

A la luz de la reseña anterior, algunos indicadores nos dan un panorama conclusivo. Se tiene que, durante los noventa, el consumo nacional de energía en México tuvo un crecimiento de alrededor del 1%, que no obstante su importancia, es inferior al de épocas anteriores. Esta tendencia se refleja en el decremento en 0.4% de la intensidad energética, esto es, frente a un ritmo determinado de crecimiento de la economía, el del gasto en energía ha sido comparativamente menor. Ello se ilustra también con la disminución del consumo de energía por habitante (Cuadro III.3.3.12).

Medidas de protección ambiental

En concordancia con las dimensiones del impacto ambiental, los esfuerzos que por años ha venido haciendo la empresa petrolera se ven ahora más amplios y consistentes, tal como se muestra a continuación, según

la información recabada por Pemex y de la Comisión Federal de Electricidad (CFE):

Acciones del sector energético para la protección al ambiente, 1995-1996

Industria petrolera

Control de la contaminación atmosférica:

- Se efectuaron 353 auditorías, las cuales originaron acciones para controlar emisiones contaminantes y descargas a los cuerpos receptores del suelo y agua.
- Corrección de 175 fugas en diversas instalaciones, lográndose levantar el 89% de los fluidos derramados.
- Reciclamiento de 3 385 toneladas de lodo de perforación.
- A partir de 1992 y durante las temporadas invernales, se suministra al mercado del Valle de México gasolinas automotrices reformuladas y gasóleo industrial con bajo contenido de azufre.
- Se creó el comité de seguridad para evaluación y seguimiento de las principales iniciativas en materia de seguridad industrial y protección ambiental.
- Se realizó el inventario y la clasificación de fuentes fijas de las instalaciones de acuerdo con la norma ecológica que regula las emisiones a la atmósfera.
- Se inició la formulación de los anteproyectos de normas oficiales mexicanas para gasoductos terrestres, los cuales serán propuestos a las autoridades correspondientes.
- Se desarrolla un programa de diagnóstico ambiental de los centros petroquímicos y áreas de influencia a través de auditorías ambientales integrales, para desarrollo de programas preventivos y correctivos.

Principales acciones ecológicas de Pemex:

- Restauración de 239 hectáreas de terrenos afectados por hidrocarburos y reforestación de otras 72 hectáreas.
- En 1996 se iniciaron estudios de evaluación de suelos afectados en las refinerías de Madero, Minatitlán, Salamanca y Tula; en la terminal marítima de Pajaritos; y en la terminal de almacenamiento y distribución en Mexicali.
- Se realizaron labores de saneamiento tanto en mantos acuíferos como por los suelos afectados, a cargo de las estaciones de rebombeo de Linares y Montemorelos, N.L., y las terminales de almacenamiento y distribución en Mérida, Yuc., San Rafael, N.L., Arriaga, Chis. y Veracruz, Ver.

Acciones de control de contaminación por vertimiento de aguas residuales:

- Conclusión del sistema de inyección de agua congénita proveniente de las descargas de agua salada de la deshidratadora El Golpe, en la región sur.
- Saneación de presas de desperdicios de perforación y recuperación de 543 miles de barriles de fluidos aceitosos.
- En la refinería de Salamanca, inició operaciones una planta de tratamiento de aguas amargas, la que permitirá su reutilización como agua de enfriamiento.

Acciones en materia de residuos industriales:

- Desviación del drenaje industrial en Reynosa, Tamps.
- Rehabilitación de la red de drenajes y sistema de tratamiento de efluentes en La Cangrejera, Ver.
- Sistema de tratamiento de efluentes en Morelos, Ver.

Acciones en materia de accidentes:

- Se realizaron 447 auditorías de seguridad industrial, de las que se desprendieron más de 39 mil actividades, tales como monitoreo de obras nuevas, vigilancia durante los trabajos de modificación de instalaciones en operación, y la supervisión de trabajos con riesgo.
- Instalación del sistema recuperador de vapores y detectores de sustancias tóxicas en Pajaritos, Ver.
- Línea de contraincendio terminal refrigerada en Pajaritos, Ver.
- En instalaciones estratégicas se implantaron 56 sistemas integrales de seguridad física que incluyen: alarmas con sensores de vibración, bardas y alumbrados perimetrales, portones y plumas eléctricas, casetas de vigilancia, y molinetes con lector magnético.

Industria eléctrica

Políticas de protección ambiental

- Cuantificar las repercusiones ambientales de las obras y acciones de la empresa (CFE), a fin de asegurar un equilibrio favorable de beneficios y costos.
- Tomar en cuenta las opiniones de los grupos con intereses legítimos en los proyectos de que se trate. Apoyar la educación, la investigación y el desarrollo tecnológico en el campo de la protección ambiental.

Otras medidas específicas

Pemex ha llevado a cabo otro tipo de acciones específicas en materia de protección ambiental. De acuerdo con el documento *Medidas y acciones de protección ambiental*, las siguientes constituyen algunas de dichas medidas:

Sistemas de inyección de agua congénita

Los yacimientos petroleros, dependiendo de sus características físicas y de lo avanzado de su etapa de producción, aportan cierta cantidad de agua salada junto con los hidrocarburos, que producen agua que en la actualidad alcanza un volumen de 3 millones 608 mil metros cúbicos anuales. En algunas instalaciones el agua salada se vierte al mar y en otros casos se descarga a ríos. Para disminuir el impacto y a fin de cumplir con los requerimientos establecidos por la regulación ambiental, actualmente se reintegra esa agua a los yacimientos agotados mediante sistemas de tratamiento e inyección construidos expofeso.

Hasta la fecha se tenían operando 8 sistemas en la región norte, con una capacidad de 378 mil metros cúbicos anuales y otros 8 en la región sur con capacidad para 641 mil metros cúbicos, para un total de 1 millón 19 mil metros cúbicos.

Lo que falta por inyectar, de 1997 al 2000, son 2 millones 589 mil metros cúbicos (1 124 en la Región norte y 1 465 en la Región sur), que actualmente se descargan a cuerpos superficiales de agua. Para disminuir este rezago se proyecta instalar en 1997 otros 17 sistemas, con una capacidad de inyección de 1 millón 815 mil metros cúbicos anuales con lo cual se eliminaría todo el rezago de la región sur.

En un plan a 3 años (hasta el 2000), y tomando a 1997 como año base, con 128 millones de pesos se pretende abatir en forma definitiva el remanente de 774 mil metros cúbicos anuales, construyendo instalaciones que en total requieren una inversión de 88 millones de pesos por año a partir de 1998, con lo que la inversión total proyectada llegará a 392 millones de pesos.

Etapas en el mejoramiento de la oferta y la calidad de combustibles, 1986-2000

A partir de 1986, Pemex ha realizado acciones para mejorar la calidad de los combustibles automotrices e industriales utilizados en México. Estas acciones, programadas en tres etapas, están encaminadas a mejorar las especificaciones de los combustibles para reducir la cantidad de emisiones contaminantes resultantes.

1986-1989 Objetivo: incrementar la oferta de combustibles y reducir el plomo en gasolinas y el contenido de azufre en diesel.

Acciones principales: expansión de Tula y Salina Cruz; reducción de plomo en la gasolina y azufre en el diesel.

1990-1995 Objetivos: mejorar la calidad de gasolinas y diesel hacia especificaciones internacionales e iniciar el proceso de sustitución de gasolinas con plomo por gasolinas sin plomo.

Comparación de las gasolinas reformuladas de México y Estados Unidos, 1996

Cuadro III.3.3.13

Componentes	Pemex Magna ZMVM	Estados Unidos	
		EPA '95 Modelo simple	CARB '96
Azufre (pp máx)	500	399	40
Aromáticos (% vol. máx)	25	32	25
Olefinas (% vol. máx)	10	9.2 - 11.9	6
Presión de vapor (psi)	7.8	7.2 - 8.1	6.8 - 7
Benceno (% vol. máx)	1	1	1
Octano (R+H) ²	87	87	87
Oxígeno (% peso)	1-2	2.7 - 3.5	1.8 - 2.2
Plomo (gramos/galón)	0.01	0.05	0.05

Pemex Magna		Estados Unidos	
Especificación	Calidad típica ¹	Convencional ²	
1 000	753	1 000	
Reportar	36	n.a.	
Reportar	12	n.a.	
6.5 - 9.5	8	n.a.	
4.9	1.9	8 - 9.2	
87	87.3	87	
n.a.	n.a.	n.a.	
0.01	0.003	0.05	

¹ Promedio enero-junio 1996.

² Especificación del Colonial Pipeline Company.

n.a.: No aplica

FUENTE: Pemex Explotación y Producción, *Medidas y acciones de protección ambiental*, 1996.

Acciones principales: inicio de inversiones del Paquete ecológico (1990); incorporación de oxigenantes a las gasolinas; reducción del plomo en las gasolinas; reducción del azufre en el combustible/gasóleo suministrado en la ZMVM; introducción de los tipos Pemex Magna (antes conocido como *Magna Sin*), Gasóleo industrial y Pemex Diesel (antes *Diesel Sin*).

1996-2000 Objetivo: modificar la oferta y calidad de los combustibles para satisfacer las preferencias y necesidades del consumidor.

Acciones principales: introducción de nuevos productos; mejora de la calidad de combustible; proyectos de conversión de residuales en Cadereyta y Tula para aumentar la producción de destilados.

Comparación de la calidad de las gasolinas Pemex Magna con las similares de Estados Unidos

En Estados Unidos existen dos tipos de gasolinas sin plomo: reformulada, para áreas con problemática ambiental y convencional, para el resto del país. A partir de octubre de 1996, Pemex Refinación reformuló la gasolina *Magna* que se consume en la Zona Metropolitana del Valle de México, de acuerdo con las calidades propuestas por las autoridades

ambientales para esta zona, la cual ha alcanzado niveles equiparables a los de Estados Unidos, como puede observarse en el Cuadro III.3.3.13.

Reducción de emisiones de plomo por consumo de gasolina

Las emisiones de plomo por consumo de gasolina en la Zona Metropolitana del Valle de México se han reducido en 92% , al pasar de 1 421 toneladas/año en 1986 a 109 en 1995. En el resto del país las emisiones también se han reducido drásticamente al pasar de 11 567 toneladas/año a 2 205; esta disminución representa 81 por ciento (Gráfica III.3.3.6).

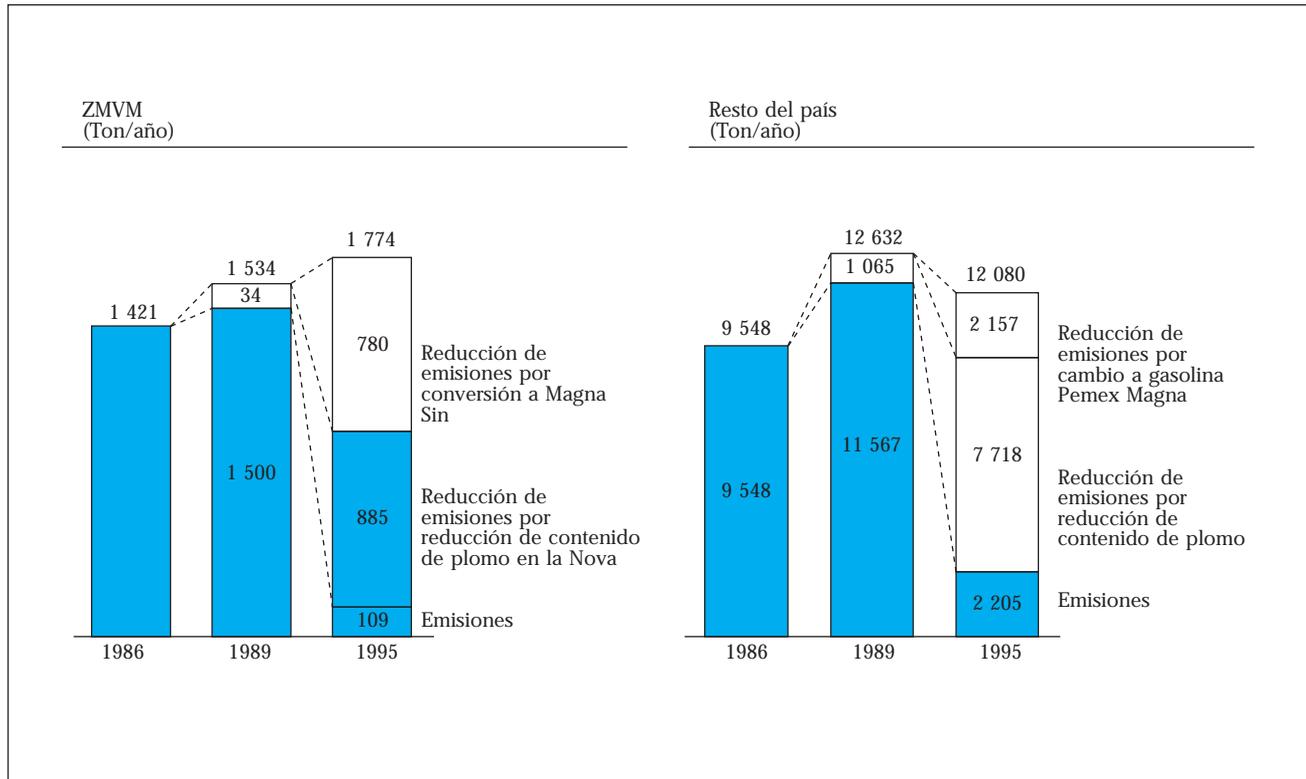
Emisiones de SO₂ por el consumo de diesel automotriz

A raíz de la introducción del Diesel Especial en 1986, y principalmente por la aparición del Pemex Diesel a partir de octubre de 1993, con un contenido de 0.05% de azufre, las emisiones de SO₂ a la atmósfera se han reducido en 95% respecto a 1986.

En el resto del país el cambio es similar. La introducción del Diesel Especial, en marzo de 1993, y posteriormente del Pemex Diesel, a partir de enero de 1994, ha permitido reducir las emisiones de SO₂ en 71% respecto a 1986 (Gráfica III.3.3.7).

Reducción de emisiones de plomo en la ZMVM y resto del país, 1986-1995

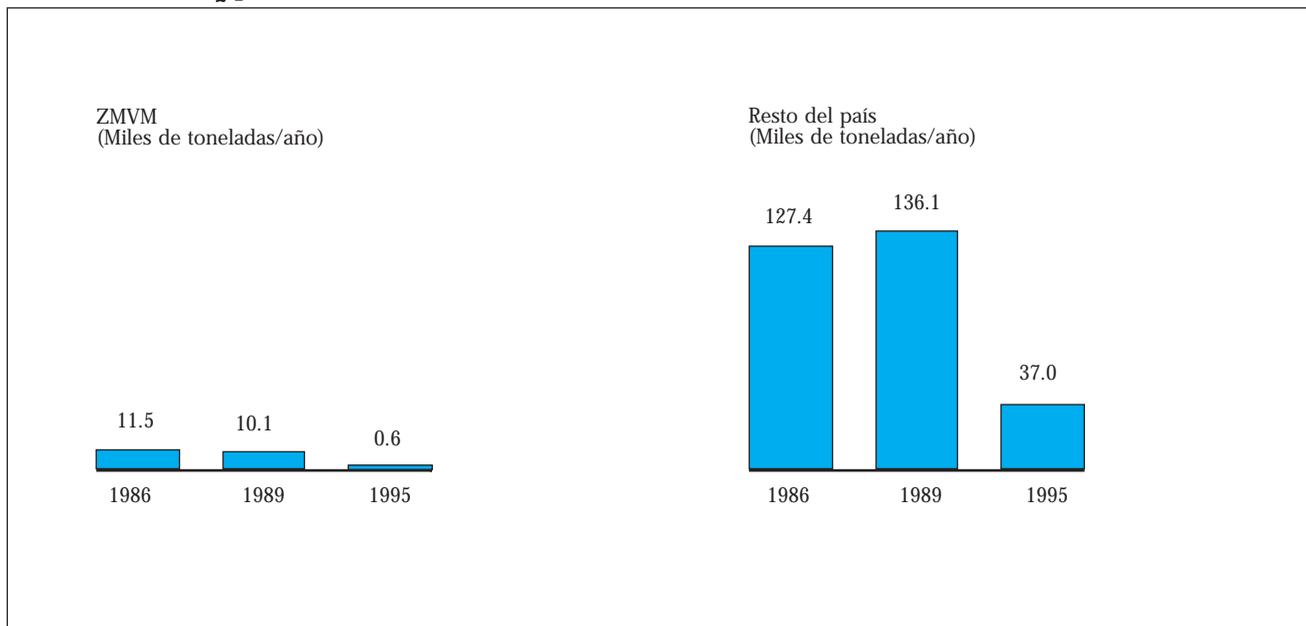
Gráfica III.3.3.6



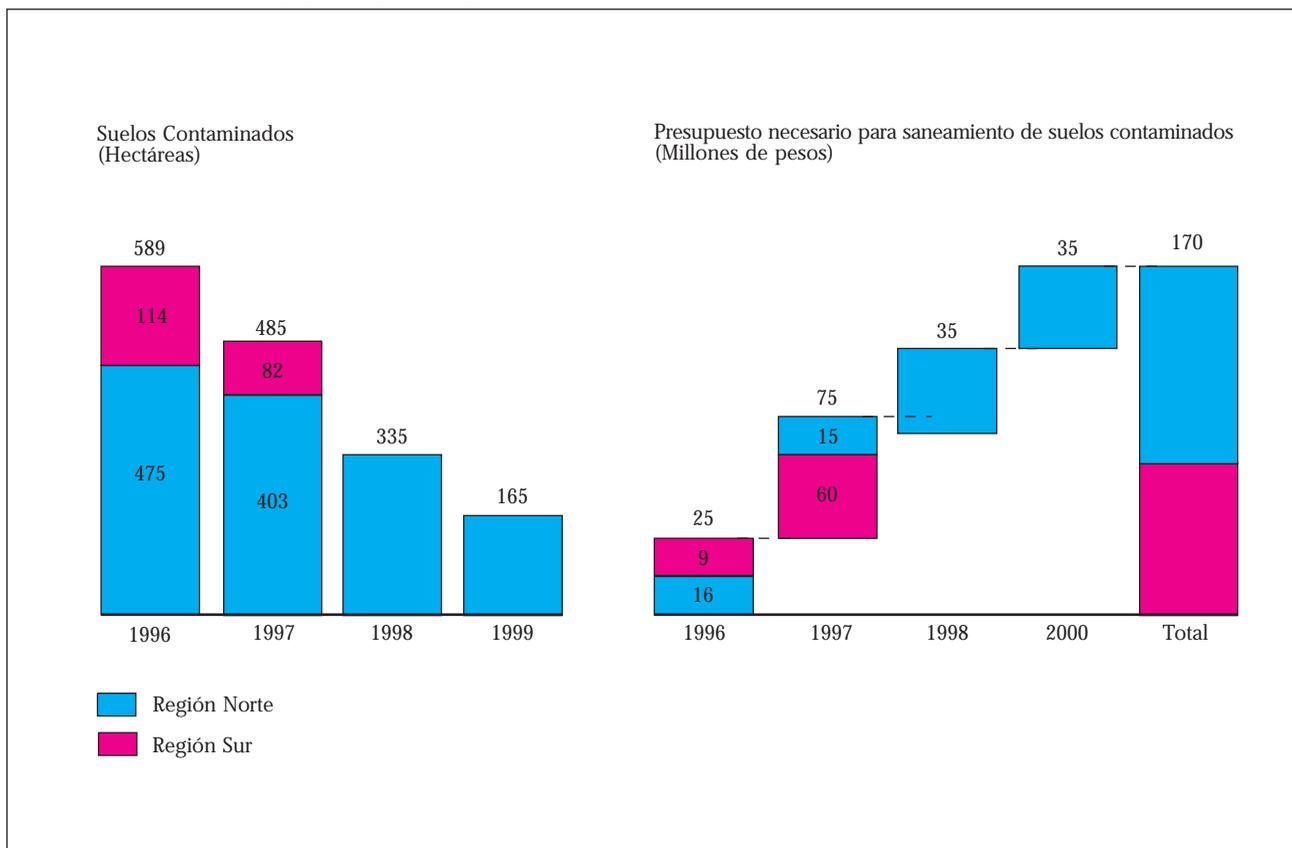
FUENTE: Pemex Exploración y Producción, *Medidas y acciones de protección ambiental*, 1996.

Emisiones de SO₂ por el consumo de diesel automotriz, 1986-1995

Gráfica III.3.3.7



FUENTE: Pemex Exploración y Producción, *Medidas y acciones de protección ambiental*, 1996.



FUENTE: Pemex Exploración y Producción, *Medidas y acciones de protección ambiental*, 1996.

Suelos contaminados por derrames de hidrocarburos

La contaminación de suelos se debe principalmente a derrames accidentales de hidrocarburos durante su manejo y transporte por superficie, derrames que en la mayoría de casos suelen ser causados por roturas debidas a desgaste o corrosión internos o externos o por fallas en los puntos de sello. Entre los factores que inciden en este tipo de problemas están la edad de las instalaciones, las presiones a que se manejan los fluidos, el grado de corrosividad de los mismos, principalmente .

La regeneración de suelos contaminados se ha venido efectuando de manera continua pero limitada; a diciembre de 1995 se tenía un rezago de 589 hectáreas afectadas, de las cuales 475 correspondían a la región norte y 114 a la región sur; para 1996 se programó la restauración de 134; para 1997 se estimaba sanear 120 y las 335 restantes están propuestas para los años 1998 y 1999 (Gráfica III.3.3.8).

Fugas y derrames

En el periodo enero-junio de 1996 fueron registradas 681 fugas en tuberías de conducción de hidrocarburos, de las cuales 387 ocurrieron en líneas de descarga de pozos, 283 en ductos principales (gasoductos, oleoductos, gasolinoductos, entre otros) y 11 fueron derrames por diversos motivos; en la mayoría de los casos la causa principal fue la corrosión. El 99 por ciento de las fugas son corregidas de forma inmediata y en el 1 por ciento restante existen causas ajenas al organismo que impiden su atención. Como resultado de estas fugas y derrames se han afectado aproximadamente 50 hectáreas de terrenos que a la fecha se han restaurado en su totalidad.

A fin de reducir estos problemas ambientales, se tiene programado -desde el punto de vista de la seguridad industrial- sustituir 205 kilómetros de ductos que ha rebasado su vida útil de servicio; en 1996 se tenía registrado un avance físico del 63 por ciento (130 kilómetros), con 78 millones de pesos erogados.