



160  
Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ECONOMIA

LOS ENERGETICOS: SITUACION ACTUAL Y  
PERSPECTIVAS. SU IMPORTANCIA  
RECIENTE EN MEXICO"

T E S I S

Que para obtener el Título de  
LICENCIADO EN ECONOMIA  
P r e s e n t a

ROBERTO JOAQUIN SANTILLAN SALGADO

INVIERNO

1980-1981

México, D. F.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## PRESENTACION

Al iniciarse la década de los ochentas, el aspecto económico de mayor relevancia en México puede sin duda, ser atribuido al excepcional crecimiento experimentado por la industria petrolera nacional como resultados de los importantes descubrimientos petrolíferos en Tabasco, Chiapas, Campeche y Chicontepec, así como en otras zonas en las cuales se ha comprobado la existencia de yacimientos de menores dimensiones, pero con perspectivas potenciales que podrían llegar a compararse con la riqueza petrolera de Arabia Saudita.

La captación de divisas por concepto de exportaciones petroleras ha permitido iniciar el financiamiento de múltiples programas de desarrollo en todos los sectores económicos, gracias a lo cual se ha logrado alcanzar una elevada tasa de desarrollo de la economía nacional en los años recientes. (8.4% en 1980).

No obstante, parece ser que el riesgo de devenir un país monoexportador o llegar a caer en una excesiva dependencia de la oferta energética respecto al petróleo puede implicar un precio muy elevado en términos del desarrollo.

Por esto, resulta particularmente relevante estudiar la estrategia petrolera a la luz de los requerimientos y posibilidades de los demás sectores de la economía nacional, así como una estrategia de desarrollo de fuentes energéticas alternativas que reduzcan la dependencia de la oferta energética interna respecto al petróleo y permitan su eventual sustitución en el largo plazo.

Este trabajo presenta un análisis de los aspectos más relevantes de la coyuntura energética internacional en que se ubica el auge reciente de la industria petrolera mexicana, aspectos de gran interés en términos de la responsabilidad compartida de toda la humanidad.\*

En seguida, se presenta un análisis estructural del sector energético en México; en él se define la importancia económica que le corresponde en términos de su participación en la Inversión Pública, en la generación del VBP y del PIB, y con respecto a otras variables macro-económicas. Se analizan, asimismo, las ramas petrolera y eléctrica, con la presentación de sus principales actividades productivas.

Finalmente, se aborda el tema de las alternativas energéticas actualmente disponibles o en desarrollo para sustituir al petróleo como principal combustible, dado su eventual uso como materia prima para la petroquímica, la industria alimenticia, etc., y su elevado valor económico de exportación.

Deseo hacer patente mi sincero agradecimiento al Lic. José Ayala por la dirección de esta tesis y al Lic. Luis Angeles por sus observaciones y la revisión de la misma.

---

\* Así lo expresó el Presidente José López Portillo, al presentar el Plan Mundial de Energía ante la Asamblea General de las Naciones Unidas, N.Y. E.U. el 27 de Septiembre de 1979 .

## INTRODUCCION

El extenso control que el hombre ha logrado mediante la ciencia y la técnica sobre las leyes y fuerzas de la naturaleza, no obstante la extensión cada día más vasta de la civilización moderna, aún dista de ser total.

En el mundo actual, uno de los aspectos de mayor relevancia en el desarrollo económico de las naciones es, sin duda, la disponibilidad de energéticos. No obstante, es necesario atisbar en las postrimerías del siglo XVIII para descubrir el papel que ha tocado desempeñar a los energéticos como impulsores de la civilización y el progreso a partir de los albores de la era industrial.

En efecto, gracias a la aplicación de las leyes de la física a los procesos de producción se habría de lograr - sustituir gradualmente el trabajo humano por las máquinas que, además de producir con tan buena calidad como el trabajo manual mismo, tienen la ventaja de poder multiplicar el ritmo de la producción en forma explosiva, tanto así - que el problema llegó a ser no tanto qué y cómo producir, sino para quién producir. Las primeras máquinas industriales fueron propulsadas por medio de turbinas de vapor y utilizaban como combustible el carbón de piedra.

Hacia mediados del siglo XIX se descubrió el alto potencial energético del petróleo. Primero fue utilizado para encender lámparas que sustituyeron a las velas y toda otra forma de alumbrado doméstico y al empezar a usarse como combustible industrial se convirtió en el insumo más importante de la moderna sociedad occidental. La explora-

ción en busca de yacimientos petroleros puede compararse -  
con aquella "fiebre del oro" que invadió California y el -  
Lejano Oeste en la misma época. No obstante, fue hasta la -  
Segunda Guerra Mundial que el petróleo logró superar al -  
carbón de piedra en el consumo energético mundial.

El petróleo es en el presente el energético más bara-  
to de que, tanto en términos de potencial calorífico como  
de facilidad de almacenamiento y conducción, ha podido dis-  
poner la moderna sociedad industrial.

La elevación de los precios del crudo a partir de -  
1973 y las reivindicaciones políticas que han sido asocia-  
das a su abastecimiento por parte de los países de la OPEP  
han puesto de manifiesto las profundas implicaciones econó-  
micas de la dependencia respecto al petróleo como princi-  
pal insumo energético para la industria y el consumo so-  
cial a nivel internacional. Objetivamente no ha sido más  
que plantear el problema antes del agotamiento de su dispo-  
nibilidad real, que tarde o temprano tendr<sup>á</sup> que suceder -  
dado su carácter no renovable. En consecuencia, en nues-  
tros días es posible hablar de la existencia de una profun-  
da crisis energética en la civilización industrial contem-  
poránea, que no es de ninguna manera casual o aleatoria, -  
sino que se ha gestado en un ambiente político internacio-  
nal en el cual los precios de los hidrocarburos se han man-  
tenido secularmente por debajo de su valor económico, en -  
comparación con otras fuentes de energía. Este hecho ha -  
obedecido tanto a la relativa abundancia y oportunidad con  
que se han descubierto los yacimientos para abastecer su -  
demanda, como al rígido control político y económico que -  
de manera directa o indirecta han mantenido las grandes po-  
tencias sobre las naciones petroleras durante lo que va -

del siglo.

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, el mundo conoció la potencia de una nueva energía: la energía atómica. La potencia de las explosiones en Hiroshima y Nagasaki dejó atónita a la humanidad por su poder destructivo. Actualmente, la utilización pacífica de la energía nuclear - ha llegado a ofrecer grandes ventajas para el progreso de la civilización, principalmente en los países desarrollados, y es de esperarse que en un futuro no muy lejano se aplique a la resolución de los problemas energéticos de los países en vías de desarrollo.

Después de la Segunda Guerra Mundial los patrones de consumo de energía se han modificado considerablemente. En 1950 la participación de los combustibles sólidos (carbón de piedra, carbón vegetal y leña) en la oferta energética a nivel mundial era de dos terceras partes del total. En cambio, en 1974 los combustibles sólidos solamente aportaron una tercera parte de la energía utilizada. La preferencia mundial por los combustibles hidrocarbonados se ha debido sin duda a la facilidad técnica de la producción de energía mediante su aceptación generalizada tanto en el mundo desarrollado como en los países en vías de desarrollo. También ha sido muy importante la influencia ejercida por las variaciones de los niveles de precios relativos de los energéticos, ya que el petróleo y el gas natural - han incrementado sus precios en 23% entre 1955 y 1975, en tanto que el precio del carbón creció en un 45% en el mismo período.\*

\* Comercio Exterior, Vol. 28, Núm. 9, México, Septiembre 1978, p. 1066.

El cambio en los patrones de consumo energético fue - más pronunciado en los países en vías de desarrollo en el mismo período. Ello refleja "una gran dependencia tecnológica respecto a los países desarrollados en función de las importaciones de maquinaria y equipos de transporte que se utilizan en el Tercer Mundo". \*

En los países desarrollados los recursos de energía - primaria se usan más o menos en las mismas proporciones - para: 1) transporte; 2) industria; 3) calefacción comercial y residencial y 4) producción de electricidad. (La electricidad es la forma más versátil que tiene la energía comercial. Se puede generar mediante gran diversidad de - procedimientos y se utiliza, tanto en la forma de energía primaria como secundaria).

"Las sociedades modernas se caracterizan por niveles altos y en continuo ascenso del consumo de energía. El hombre tecnológico (EE. UU., 1970 - utiliza alrededor de un millón de BTU (Unidades Térmicas Británicas) per cápita diariamente. Su consumo es tres veces el del hombre industrial - (Europa Occidental alrededor de 1870), diez veces el del hombre del Renacimiento (Europa, Siglo - XVI) y cien veces el del hombre primitivo) cien mil años antes de Cristo). El consumo de energía per cápita en las diversas sociedades varía hoy en forma casi tan amplia como a través de - los periodos históricos."

-----  
\* Ibid p. 1066.



"El promedio mundial es aproximadamente 1/5 del de EE. UU.; Europa, 1/2; India, 1/10; Africa Rural, 1/100."\*

Podría suponerse que la elevación desmesurada de los precios del petróleo determinaría una transición acelerada hacia otras fuentes de energía que en la nueva situación resultarían menos costosas. No obstante el alza de los precios del crudo también ha provocado el alza de los costos de las fuentes alternativas de energía (solar, nuclear, etc.) como consecuencia del encadenamiento de costos que subyace en la dinámica del sistema económico de insumos-producción.

La sustitución del petróleo como el principal energético contemporáneo es una exigencia insoslayable a un plazo que no podrá posponerse más allá de los primeros años del siglo XXI, ya que será cada vez más difícil y costoso explotar los yacimientos conocidos hasta ahora (por los métodos de recuperación secundaria y terciaria) y los yacimientos petroleros que quedan por descubrir, se localizarán en regiones sumamente inhóspitas (tundra o grandes profundidades oceánicas). Además, su potencial aprovechamiento en la producción de petroquímicos, alimentos, plásticos sintéticos, medicinas, etc., presenta perspectivas casi ilimitadas. El rápido desarrollo científico que ha permitido esta multitud de formas de aprovechamiento en una escala creciente ha sugerido también la discusión en torno a si su consumo como combustible no repre

-----  
\* Efraín Friedmann, en "América Latina y los Problemas actuales de Energía", CEPAL, F.C.E., México, 1975.

senta una forma irracional de utilización dado su mayor valor potencial como insumo productivo.

La cuestión energética representa un tema de importancia fundamental en el desarrollo económico en el mundo contemporáneo. Su actualidad y perspectivas cobran una mayor relevancia en México como consecuencia de los descubrimientos petroleros en vastas regiones del territorio nacional, los cuales proyectan a nuestro país como una importante potencia petrolera.

## CAPITULO I

### CONSUMO DE ENERGIA Y RESERVAS DE ENERGETICOS EN EL MUNDO

El consumo de energía y el desarrollo económico.-

Existe un significativo paralelismo entre la participación de los países desarrollados en la generación del P.I.B. mundial y su participación en el consumo energético. En 1973 las regiones desarrolladas participaron con un 83% en el consumo total de energía y con igual porcentaje en el producto mundial. Los países capitalistas desarrollados que cuentan con el 20% de la población mundial, utilizaron alrededor del 60% de la energía generada. Tan solo Estados Unidos, con 6% de la población mundial, consumió el 31% de la energía. Los países socialistas de Europa, con el 9% de la población mundial realizaron el 25% del total del consumo energético mundial. O sea que el conjunto de los países desarrollados, con casi 30% de la población mundial, consumieron durante 1975 el 83% de la energía. En cuanto a las naciones en vías de desarrollo que tienen casi el 70% de la población mundial, en 1975 sólo utilizaron el 17% de la energía en ese año.

#### CONSUMO DE ENERGIA, POBLACION Y P.I.B. POR REGIONES GEOECONOMICAS. (1973).

REGIONES DESARROLLADAS	POBLACION	CONSUMO DE ENERGIA	P. I. B.
Países capitalistas	20.4	60.0	60.0
Países socialistas (Europa)	9.3	23.0	23.0
Subtotal	29.7	83.0	83.0

REGIONES EN DESARROLLO	POBLACION	CONSUMO DE ENERGIA	P.I.B.
Países socialistas (Asia)	22.3	5.0	7.0
Otros	48.0	12.0	10.0
Subtotal	70.3	17.0	17.0
T O T A L	100.0	100.0	100.0

FUENTE: Comercio Exterior, Vol. 28, No. 9, México, Septiembre 1978. p. 1064.

ESTRUCTURA PORCENTUAL DEL CONSUMO  
MUNDIAL DE ENERGIA  
(1968 - 1977)

Africa	2.0
América	36.1
Asia	11.4
Europa	19.1
Oceanía	1.2
Países Socialistas	<u>30.2</u>
T O T A L	100.0

FUENTE: "La Industria Petrolera en México", S.P. y P. México, 1979, p. 547.

Una distribución tan asimétrica del consumo de energía a nivel mundial plantea serios interrogantes respecto a la influencia que corresponde al sector energético en la determinación de los niveles de desarrollo relativo de las regiones geoeconómicas, así como la deseabilidad de una racionalización del uso de los energéticos que permita a los países en vías de desarrollo una participación -

más equitativa en el progreso.

#### Reservas energéticas mundiales.-

Es posible afirmar que todas las estimaciones de las reservas mundiales de energéticos son tentativas dado que extensas regiones de nuestro planeta aún no ha sido exploradas.

El estudio del profesor Nordhaus de la Universidad -- de Yale, Columbia \* , asegura que las reservas recuperables mundiales de energéticos se integran de la manera siguiente:

Carbón coquizable	- 6 billones de toneladas (durarán 1,500 años al ritmo actual de consumo).
Petróleo	- 200 mil millones de toneladas (durarán 70 años al ritmo actual de consumo).
Gas Natural	- 150 billones de toneladas (durarán 150 años al ritmo actual de consumo).

En el mismo estudio se estima que las reservas potenciales y conocidas de Uranio en el mundo podrían producir un millón de veces la energía de todos los yacimientos de hidrocarburos conocidos en el presente.

El profesor Nordhaus no toma en consideración en su estudio la aportación energética que puede ser obtenida de

la energía solar, de los vientos, las mareas y la geotermia, en la medida que el desarrollo tecnológico haga viable desde un punto de vista económico, su utilización redituable.

#### Reservas mundiales de petróleo.-

Debido a las diferencias de magnitud de los distintos yacimientos petroleros es posible clasificarlos en ordinarios, gigantes y supergigantes. La diferencia entre un yacimiento ordinario y un gigante o supergigante está en la magnitud de la acumulación, y esta es resultado de la historia geológica.

La definición de yacimientos gigante según Holnigren Moody y Esser \* es la siguiente: "un yacimiento que contiene como mínimo 500 millones de barriles (68 millones de toneladas métricas) de petróleo recuperable. Los yacimientos gigantes de gas natural contienen como mínimo 3 billones de pies cúbicos (86 mil millones de metros cúbicos) de gas recuperable. Por lo general, los yacimientos petroleros contienen también gas. En consecuencia, todo yacimiento que encierre al mismo tiempo petróleo y gas en volúmenes recuperables que equivalgan a 500 millones de barriles de petróleo o a 3 billones de pies cúbicos de gas, se denomina yacimiento gigantesco. Existen también los yacimientos supergigantes que contienen 10 mil millones de barriles o más de petróleo recuperable (1.4 mil millones de toneladas métricas) o 60 billones de pies cúbicos o más de gas recuperable (1.7 billones de metros cúbicos

\* Energéticos y Política Mundial, Michael Tanzer.  
Ed. Nuestro Tiempo, 1975, México. P. 24

cos.

De acuerdo con Arthur A. Meyerhoff,\* en la distribución geográfica de los yacimientos gigantes en el mundo 284 (58%), corresponden a la Unión Soviética, el Medio Oriente y el Norte de Africa. Estos yacimientos contienen 1.044 billones de barriles de petróleo o de su equivalente en gas y constituyen el 80% de las reservas mundiales conocidas en yacimientos "gigantes" (64% de todas las reservas conocidas en el mundo).

Dos yacimientos supergigantes del Medio Oriente-Ghawar (Arabia Saudita) y Burgan (Kuwait) producirán 141 mil millones de barriles, equivalentes al 11% del total mundial conocido.

En el Medio Oriente se localizan 10 supergigantes con reservas recuperables entre 10 y 75 mil millones de barriles. Fuera de esa zona se encuentran 8, en la Unión Soviética; 1, en Holanda; 1, en Venezuela; 1, en México, y probablemente 1 en el Norte de Alaska.

Otros dos yacimientos supergigantes, en este caso de gas, localizados en la Unión Soviética, el Urengoy y el Orenburg, tiene reservas recuperables equivalentes al 14% de todas las reservas de gas conocidas en el mundo.

-----

\* Citado por A. Meyerhoff: "Efectos económicos e implicaciones geopolíticas de los yacimientos gigantes de petróleo". en "El Petróleo en México y en el Mundo", - CONACYT, 1979; p. 51.

América del Norte contaba tan solo con 94 yacimientos gigantescos previamente a los descubrimientos en la zona de Reforma y en las costas de Campeche en México, los cuales representaban el 19% del total los yacimientos gigantes en el mundo; su producción esperada ascendía tan solo el 7% de las reservas conocidas en el mundo.

Argumenta Meyerhoff que la distribución de los yacimientos petroleros gigantes (y supergigantes) es un factor geopolítico de suma importancia y que la mayoría de ese tipo de yacimientos en los Estados Unidos y Canadá ya han sido descubiertos y explotados, además de que no representan un volumen de reservas muy considerable comparados con los de Medio Oriente y la Unión Soviética. Concluye ese autor que las tendencias al aumento del consumo energético en las naciones industriales (fundamentalmente basado en el petróleo) representan un serio reto tecnológico, a menos que sean tomadas las medidas adecuadas para el desarrollo de fuentes energéticas alternativas.

El informe de la Rand Corporation, elaborado por Richard Nehring, en torno a los campos petroleros gigantes y los recursos mundiales, publicado en 1976 y financiado por la Agencia Central de Inteligencia de los Estados Unidos (CIA) \*, ofrece los resultados obtenidos en una investigación económica de evaluación del tamaño y determinación de la localización de las reservas de petróleo crudo conocidas en el mundo.

-----  
\* Citado en: "Campos Petroleros Gigantes y los Recursos Mundiales" en "El Petróleo en México y en el Mundo". Op. Cit. pp. 37-48.



En total, se conocen entre 20 y 30 mil campos petroleros en el mundo; sin embargo, la recopilación y uniformación de la información implica una tarea de enormes dimensiones. Por lo tanto, la evaluación de los yacimientos gigantes y supergigantes se considera como una aproximación razonable de las reservas conocidas de petróleo ya que contienen alrededor de tres cuartas partes de las reservas totales.

De acuerdo a los resultados presentados por Nehring, para el año 1975 las reservas conocidas de hidrocarburos - eran de: 272 campos petrolíferos gigantes (de más de 500 - millones de barriles cada uno); 243 eran exclusivamente petroleros y los otros 29 eran campos combinados (petróleo y gas). Otros 33 campos conocidos fueron clasificados como supergigantes.

La posibilidad de atribuir una certidumbre absoluta a los datos disponibles es relativamente remota pues constantemente se verifican ajustes a las mediciones. Por ejemplo solamente en 39 casos entre 272 yacimientos gigantes conocidos se determinó que no existía ninguna posibilidad de incremento en la recuperación total superior al 10% o más (en la década de los 80s.), hecho que permite suponer la elevación del valor de las reservas conocidas tanto en función de rendimientos espontáneos extraordinarios, como del mejoramiento de las técnicas de recuperación utilizadas.

Asegura Nehring que a fines de 1975, tanto las reservas probadas como las probables de petróleo en el mundo ascendían a 1,011,500 millones de barriles, de los cuales se habían extraído 355,100 millones. Más de la mitad están

contenidas en 33 campos supergigantes. Los yacimientos gigantes contienen casi el 81% de las reservas totales. Las reservas restantes se encuentran dispersas en varios miles de pozos ordinarios.

Aproximadamente el 93% de los recursos petroleros conocidos en 1975 se concentraban en 17 países en los cuales se probaron 10,000 millones de barriles de reservas petroleras o más. Los 7 países más importantes (Arabia Saudita, Estados Unidos, Irán, Kuwait, Venezuela e Irak) tenían cerca de tres cuartas partes de las reservas mundiales totales.

En el citado estudio se estima que aún serán descubiertos entre 125 y 175 campos gigantes con reservas de 100,000 a 175,000 millones de barriles. Las tendencias en el descubrimiento de campos grandes no gigantes será bastante similar. "El total del petróleo que queda por descubrirse en todo el mundo se calcula entre 263,000 y 555,000 millones de barriles".\* En total, estima Nehring que las reservas finales de petróleo recuperable en el mundo fluctúan entre un billón 700,000 millones y dos billones 300,000 millones de barriles. La brecha entre los límites mínimos y máximos parece ser una función de la tecnología de exploración y desarrollo que sea utilizada en los próximos años.

El hecho de que diversas evaluaciones de las reservas mundiales de hidrocarburos muestren un paralelismo tan grande en sus resultados permite atribuir las variaciones,

-----

\* Ibid. p. 46-47.

CUADRO I

COMPARACION DE ESTIMACIONES CALCULADAS DEL TOTAL  
CONOCIDO DE PETROLEO CRUDO RECUPERABLE \*

REGIONES	ENCICLOPEDIA IN TERNACIONAL DEL PETROLEO (1976)	PETROLEO MUNDIAL (1976)	MOODY Y ESSER (1974)	MEYERHOFF (1975)	NEHRING (1976)
E. U. y Canadá	156.4	155.7	168.0	171.0	163.2
América Latina	81.5	75.1	83.0	88.0	85.0
Europa Occidental	18.2	21.6	24.0	29.0	24.6
URSS, Europa Oriental	134.6	112.9	140.0	143.0	102.4
Africa del Norte	53.5	52.9	46.0	47.0	52.9
Central y Sudáfrica	32.1	21.3	31.0	31.0	22.7
Medio Oriente	453.6	425.6	499.0	538.0	509.9
China	23.0	20.2	10.0	20.0	23.0
Asia Oceanfa	29.9	28.9	36.0	38.0	27.8
T O T A L	992.8	914.2	1,037.0	1,105.0	1,011.5

\* "Los campos petroleros gigantes y los recursos mundiales", en "El Petróleo en México y en el Mundo". CONACYT, 1979; p. 41.

cuando menos en parte, a concepciones distintas del término "reservas", ya que mientras en algunos casos se incluyen las recuperaciones esperadas a partir de las mejoras técnicas en los procesos de recuperación secundario, en otros casos se evalúan solamente las reservas recuperables en forma espontánea, es decir, con la presión existente en el depósito.

En la actualidad la energía derivada de los hidrocarburos, principalmente del petróleo, representa cuatro quintas partes del consumo energético mundial. La quinta parte restante corresponde a los demás energéticos, entre los que destacan por su importancia; el carbón de piedra y la energía atómica de los materiales radioactivos.

A partir de la utilización de las técnicas econométricas no ha sido posible todavía obtener resultados confiables en cuanto a las predicciones de la demanda energética futura. No existe una ecuación que permita relacionar el crecimiento de las variables macro económicas (PNB, PIB, etc.) con el consumo de energía. Sin embargo, tal es su importancia que se ha llegado a sugerir que la clásica función producción  $q = f(k, l)$ , sea modificada para incluir los insumos materiales y energéticos en la forma siguiente:  $q = f(k, l, e)$ . \*

Los requerimientos de energía son dictados en gran me-

-----  
\* Energy on the economy, Malcolm Slesser, St. Martin's Press, 1978, N.Y.; U.S.A. (q = producción, k = capital; l = trabajo; e = energía).

dida por la infraestructura tecnológica y material de las sociedades consumidoras, aunque también influyen los hábitos de consumo de la población. Se halla difundida la falsa idea de que los costos crecientes de la energía derivada del petróleo como consecuencia de su encarecimiento artificial por parte de los países productores determinará que nuevas fuentes alternativas de energía hasta ahora no utilizadas por su elevado costo resulten económicamente explotables.

En realidad lo que sucede es que al elevarse los precios del petróleo crudo, se produce un efecto inercial al alza en los precios de todo tipo de fuentes de energía. De este hecho no debe concluirse que la problemática de la energía en el futuro se centra en torno a los niveles de precio de la OPEP ya que la disponibilidad de reservas petroleras explotables es en sí misma una magnitud que se contempla dentro de ciertos límites temporales (que han sido calculados entre 40 y 60 años a los niveles presentes de la tasa de crecimiento anual de consumo). Más bien, es necesario enfatizar la importancia que tiene el desarrollo tecnológico de fuentes energéticas alternas, masivas y económicamente viables en el panorama futuro de la oferta de energía.

La tendencia del consumo energético en las sociedades contemporáneas ya sea como consecuencia de la difusión de sistemas productivos intensivos en consumo de energía, o del crecimiento demográfico natural es rápidamente creciente. Los constantes progresos tecnológicos y la sustitución gradual de la planta productiva a medida que se convierta en anticuada darán lugar a economías energéticas diversas en la producción manufacturera (con el uso de la cibernéti

ca y las técnicas de planificación). No obstante, la producción de todo tipo de materias primas muestra una tendencia a mantener sus actuales niveles de consumo energético por unidad de volumen producido, y a incrementarse en forma simultánea al incremento de su volumen.

La perspectiva de un agotamiento de las reservas petroleras mundiales en el mediano plazo plantea como un aspecto prioritario de la política mundial de energéticos la implementación de alternativas energéticas que permitan una gradual transición del petróleo a otras fuentes de energía, así como la implementación de programas de racionalización del consumo con el consenso y la cooperación de todos los países, desarrollados y en vías de desarrollo.

## CAPITULO II

### EL PETROLEO Y SU IMPORTANCIA ECONOMICA

#### Generalidades.-

El petróleo sale del subsuelo en estado bruto y mezclado con otros elementos. En ocasiones brota en forma gaseosa, según la presión y la temperatura de los yacimientos.

La teoría geológica de los anticlinales postula que las posiciones relativas de los manantiales y yacimientos petroleros pueden ser ubicadas por ciertas líneas estratigráficas que en general son curvas y que corresponden a los anticlinales (que son las partes más altas de los pliegues que forman las rugosidades de la corteza terrestre), en tanto que el agua se acumula en los sinclinales (que son las concavidades o partes bajas). Para determinar con cierta probabilidad las zonas que poseen yacimientos de petróleo, se destacan los pliegues sinclinales potencialmente contenedores por las características geológicas de las rocas que los constituyen.\*

Los trabajos de reconocimiento y delimitación del área de localización de los nuevos yacimientos consisten en la caracterización geológica del área por medio de la fotogeología, la geología superficial, la magnetometría, la gravimetría y la exploración sísmológica.

-----  
\* Tecnología para Economistas, Antonio Rojas García, México, 1960, Publicaciones del Bufete de Economía Industrial.

La evaluación previa al inicio de la explotación, incluye la medición de la dimensión de la estructura del yacimiento mediante la perforación de pozos de exploración - que proporcionan materiales geológicos del subsuelo en base al estudio de los cuales es posible determinar el espesor de la roca impregnada y los límites de profundidad que alcanzan los depósitos.

El petróleo en estado bruto es de escasa utilidad. - La "refinación" consistente en diversos procesos químicos y físicos que permiten la transformación de la materia prima en productos derivados (como las kerosinas, parafinas, lubricantes, diesel y gasolina), permite un mayor rendimiento. Además, por medio de la destilación fragmentada - de gases y la condensación de cada tipo de hidrocarburos, la desintegración catalítica del petróleo produce como residuo asfalto de propiedades comercializables. Finalmente la purificación de los derivados permite la eliminación de sustancias contaminantes, como el azufre y sus compuestos, utilizables en otras industrias (como la producción de fertilizantes y neumáticos, etc.).

En la civilización occidental contemporánea es enorme el consumo del petróleo como fuente de energía y calor, como materia prima industrial, como lubricante y como base - de numerosas actividades más.

El petróleo se utiliza en centenares de productos comerciales y usos diversos, como combustible de motores de explosión, de lámparas y estufas de petróleo, sirve para - elaborar detergentes, barnices, pinturas, como sustituto - en las industrias de la impresión y teñido; con él se elaboran mantequillas artificiales, confituras y varios pro--



ductos medicinales, perfumes, etc.; la industria textil lo utiliza para el acabado de sus productos ya que de él obtiene suavizantes y la industria enlatadora de conservas también lo emplea.

Sus residuos pueden quemarse como coke o emplearse en la manufactura de carbones para lámparas de arco eléctrico o utilizarse en la construcción de pavimento. Los derivados aceitosos con propiedades lubricantes se aplican en diversas maquinarias, autos, buques, aeroplanos, locomotoras arados y tractores. Gracias al petróleo y sus derivados - casi todas las formas de transporte terrestre, aéreo, marítimo y submarino han alcanzado una mayor eficiencia y seguridad.

Es utilizado en aquellos vehículos que requieren un combustible de alto poder energético y en que el propio - vehículo debe transportarlo. Tiene gran éxito en diversos tipos y tamaños de motores industriales y en las plantas - termoeléctricas de combustóleo.

Es fácil imaginar el alto grado en que el consumo de petróleo influye en el desarrollo de la industria, en la - localización de centros fabriles, en la modernización de - la vida urbana etc.. Es indudable su importancia económica en la industrialización de la misma manera que el carbón lo fue en siglos anteriores por lo que su disponibilidad define en buena medida las posibilidades de desarrollo de las naciones.

En la industria química el gas natural que sale asociado con el petróleo ha tenido diversos usos para la producción de sustancias químicas por medio de oxidación par-

cial, clorinación, desintegración catalítica y polimerización. (p.e. la industria del vidrio utiliza el gas natural en los quemadores que alcanzan elevadas temperaturas).

Otros productos químicos susceptibles de retenerse son amoniaco, heptano, etileno, anhídrido carbónico, vinil y polietileno.

Estos productos químicos son utilizados como materia para fabricar disolventes, colorantes, pinturas, nylon, fertilizantes, etc.

La industria del petróleo y la petroquímica presenta un apoyo de mucha importancia para la actividad económica de la civilización contemporánea. Su expansión y diversificación la colocan entre las principales actividades industriales de nuestro siglo.

La llamada "Crisis del Petróleo".-

El estudio de las leyes del sistema capitalista en su etapa monopolista ha permitido explicaciones generales de la naturaleza de las crisis recurrentes de sobreproducción, así como del estancamiento económico y la inflación.

La agudización de las contradicciones del capitalismo monopolístico como consecuencia de la segunda revolución industrial (después de la Segunda Guerra Mundial) se expresa como una tendencia a la baja de la tasa de ganancia, un desempleo creciente y un desajuste monetario generalizado en los países centrales, de donde se difunde al resto del sistema capitalista.

La explicación de los ciclos Kondratiev elaborada por

Mandel\* analiza la responsabilidad que es posible atribuir a la tecnología y a la automatización en la determinación del ciclo económico.

La elevación constante de la relación Capital/Producto es la expresión conceptual de la utilización de máquinas cada vez más complicadas, cuyo grado de automatización desplaza en forma masiva a la mano de obra. Al engrosar las filas de desempleados se genera una presión a la baja de los salarios; por lo general, el ingreso y la demanda se reducen, obstaculizando la fase de realización. Para dar salida a la producción, las grandes compañías inician la penetración de economías atrasadas utilizando "la artillería pesada" de las mercancías producidas con economías de escala cuyos costos y precios son menores que los productos domésticos. Las pugnas interimperialistas en busca de soluciones para el sistema descargan, finalmente, el peso de la crisis sobre los países periféricos.

A partir de los años setentas, específicamente a partir de 1973, el sistema capitalista, secularmente contradictorio e inestable, se enfrenta a una nueva modalidad de crisis a raíz del embargo petrolero decretado por los países árabes como protesta por la guerra del Yom-Kipur de ese año. La crisis energética de 1973 ha mostrado que al lado de la teoría de las crisis, puramente económica, se hace necesaria una explicación de naturaleza histórico-política, que permita analizar el papel que ocupan el petróleo y sus derivados en el funcionamiento del sistema capi-

-----  
\* Ensayos sobre el neocapitalismo, Ed. Era, México, 1976; p. 12.

talista.

Los trastornos económicos y financieros producidos por la elevación de los precios del petróleo en 1973, fueron -- parcialmente amortiguados con una recesión económica y los mecanismos de reciclaje de las petrodivisas que fueron adoptadas por las instituciones financieras internacionales, -- así como a través de las cuantiosas inversiones que realizan los países exportadores en el extranjero y de las adquisiciones de bienes de capital, tecnología, etc., destinadas a la construcción de una base industrial moderna y eficiente a marchas forzadas.

En buena medida la recirculación de las petrodivisas -- en el mecanismo financiero internacional, se ha logrado a base de la importación masiva de bienes improductivos (que no están incluidos en el proceso de la reproducción de mercancías: armas, objetos de lujo, etc.), o de bienes de capital que sirvan para acelerar la acumulación y la producción de mercancías en el seno de los países productores de petróleo.

También se ha canalizado una gran cantidad de petrodivisas a las inversiones a largo plazo en el extranjero, en forma de:

- las colocaciones en valores mobiliarios (acciones, obligaciones);
- las colocaciones inmobiliarias;
- las participaciones en empresas industriales, financieras, comerciales o de transporte, y la creación de nuevas firmas de este género, con participación -

en la gestión.\*

En caso de ser atesoradas en los bancos centrales bajo la forma de cobertura para sus divisas nacionales, ejercen efectos deflatores sobre las economías de los países exportadores y al no reciclarse, pueden considerarse marginalmente responsables de las tendencias recesionistas en los países importadores.

No obstante que después del alza del precio del petróleo decretada por la OPEP durante 1973 (el precio del petróleo pasó de 2.60 dólares/barril a principios de 1973, a 11.65 dólares/barril a principios de 1974, o sea, 348% de incremento)\*\*, la tendencia se contuvo en los años posteriores. Al establecer una cotización promedio, dados los diversos tipos de crudo, durante el período 1974-1978 el aumento de los precios fue alrededor de 50%.\*\*

La consecuencia inmediata de la elevación de precios fue una disminución considerable de la demanda. Hasta 1974 la tendencia del consumo del petróleo era hacia una elevación constante del 7.5% anual previamente a esa fecha; en cambio, durante 1977-1985, se calcula de tan solo 2.5% anual.

-----  
\* "El Nuevo Capital Financiero Árabe e Iraní".- Ernest Mandel y S. Jaber, Ediciones "El Caballito", México, D.F. 1978.

\*\* La Experiencia de Seis Economías Exportadoras de Petróleo.- Bosch, Lapiedra y Ortega, En "El Petróleo en México y en el Mundo".- CONACYT, México 1979.- páginas 105 y ss.

En los años venideros las condiciones monetarias internacionales pueden ejercer una influencia determinante en la evolución de los precios de petróleo. Se puede esperar una revaloración nominal del crudo por parte de los países exportadores, a fin de evitar la caída del poder adquisitivo de sus reservas petroleras.

Desde la perspectiva de los países importadores, la situación no presenta muchas alternativas para lograr influir en las tendencias de los precios, a excepción de los controles que puedan hacer efectivas sobre sus requerimientos de petróleo. Ello significa en el caso de muchos países en vías de desarrollo, la necesidad de recurrir a la creación de una tecnología menos dependiente del petróleo. En consecuencia, y dadas sus características económicas y los costos inherentes, se produciría una desaceleración significativa en su ritmo de desarrollo. En los países desarrollados, la alternativa se plantea en términos de la sustitución de la tecnología energética existente, lo cual implica enormes inversiones en desarrollo tecnológico, así como considerables costos por desmantelamiento prematuro de la planta productora.

El costo de los desarrollos tecnológicos que requiere la gradual sustitución del petróleo como el principal energético de la civilización industrial contemporánea será, sin duda, sumamente elevado. No obstante, es posible suponer que los mayores costos de una transición a otras fuentes de energía consistirán en la adaptación del consumo a nuevas formas de abastecimiento.

El agotamiento de los recursos petroleros disponibles en el mundo está relativamente próximo. Es esencial la de

finición de una política energética que permita su sustitución gradual por otras fuentes de energía. El Seminario - sobre Estrategia Energética Alternativa (Workshop on Alternative Energy Strategies) llegó a la conclusión de que "la producción mundial de petróleo tal vez dejará de crecer y alcanzará un nivel prácticamente constante, en una fecha tan cercana como 1985".

El crecimiento de la demanda energética mundial, entre 15 y 3.4% durante el periodo 1985-2000, deberá satisfacerse con fuentes alternativas que sustituyan al petróleo dentro de tan sólo cinco años, y la necesidad de que lo reemplacen casi totalmente se presentará, según las estimaciones del WAES, al iniciarse el próximo siglo.

La estimación de los incrementos brutos de las reservas de alrededor de 20 mil millones de barriles anuales, que incluye la contribución correspondiente a las mejoras tecnológicas, muestra que la producción de petróleo llegará a un valor máximo, del orden de 70 millones de barriles diarios hacia fines de la década de los ochentas para comenzar a declinar, en todos los horizontes proyectados, antes de fines de siglo.\*

El foco de las decisiones en materia energética sufrirá lógicamente, un desplazamiento hacia las naciones con mejores posibilidades tecnológicas para llevar a cabo el desarrollo de fuentes alternativas de energía, lo cual ha planteado continuas divergencias entre los países exportadores y los países importadores de petróleo. Algunos de -

-----

\* Ibid.

los países exportadores han vinculado las negociaciones para establecer contratos de abastecimiento de petróleo con el avance de un "Nuevo Orden Económico Internacional" en el cual la transferencia de tecnología figura entre los aspectos de mayor importancia de los intereses negociados.

En este contexto se plantea la creación de nuevas formas de cooperación internacional orientadas con el objetivo de apoyar a la investigación y desarrollo de tecnologías energéticas distintas del petróleo que incluyan acuerdos financieros y mecanismos de ayuda a los países en desarrollo que la requieren por carecer de recursos energéticos dentro de sus fronteras.

El desarrollo de procesos energéticos sucedáneos en el campo tecnológico ha sido significativo en años recientes pero su adecuación para sustituir la energía actualmente generada por petróleo, es una posibilidad solamente realizable en el largo plazo. En el momento presente la dependencia del mundo civilizado respecto al petróleo, asigna a los países productores un rol importante a corto y mediano plazo en el balance energético mundial.

La cuestión de la OPEP .-

La Organización de Países Exportadores de Petróleo fue fundada en 1960 con el propósito de formar un frente común para la determinación de las condiciones de explotación de petróleo, a fin de mejorar los niveles de beneficios de las exportaciones. A partir de 1973, la política de precios de la OPEP ha revalorizado el vital energético repetidamente.



El descubrimiento de los grandes yacimientos mexicanos en Chiapas y Tabasco correspondió con la revolución del petróleo desatada por los países árabes como represalia por el apoyo brindado a Israel por las potencias occidentales durante la guerra de 1973.

No obstante, la explotación de esos recursos se inició como una política de eliminación del déficit petrolero y solamente hasta 1976, al inicio del nuevo sexenio, se definió la política exportadora de petróleo como una solución al deterioro de la capacidad financiera de la econoomía nacional para lograr su desarrollo.

La elevación de los precios internacionales del petróleo, decretada por la OPEP en 1973, ha favorecido a nuestro país, en tanto que ha hecho económicamente viable la explotación de yacimientos petrolíferos que a los precios previos a 1973, no hubiera sido redituable. Al mismo tiempo, México ha preservado una total independencia en la definición de su política petrolera, e incluso ha evitado las sanciones económicas a que se han tenido que someter los miembros de la OPEP frente a los Estados Unidos.

A partir de 1973-1974, los países miembros de la OPEP comenzaron a ejercer un mayor control en el campo de la extracción de petróleo en sus yacimientos. Este hecho acarró consigo una mayor importancia económica y política para sus compañías petroleras nacionales junto con la implementación de acuerdos y contratos bilaterales entre los gobiernos de los países exportadores y consumidores. En este contexto, las compañías petroleras de los países de la OPEP han adquirido responsabilidades internacionales en cuanto al abastecimiento de los mercados mundiales y a la

fijación de niveles de producción y regulación de precios. Incluso, han incursionado en actividades relacionadas con el diseño y desarrollo de alternativas energéticas, la exploración petrolera en el plano internacional y la transferencia de tecnología en el marco de acuerdos de cooperación entre países en vías de desarrollo (miembros o no de la OPEP) y los países industrializados.

Las compañías nacionales de petróleo en los países de la OPEP han desempeñado una función de fomento y apoyo a sus respectivas economías a través de sus actividades de integración horizontal. La mayor parte de los países integrantes son propietarios (mediante sus compañías petroleras nacionales) de la flota de transporte marítimo de la OPEP. Asimismo, en la mayoría de los casos, las instalaciones y operación de los gasoductos y oleoductos en los países miembros están exclusivamente en manos de las compañías nacionales de petróleo.

La expansión de la industria del petróleo ha encontrado condiciones por entero adecuadas para iniciar la construcción de grandes complejos petroquímicos y plantas de destilación en los países miembros de la OPEP. La disponibilidad en abundancia de materia prima y de grandes recursos financieros, al permitir la creación de una industria basada en los hidrocarburos, conlleva la industrialización y la diversificación de la economía de esos países.

En unos cuantos años, la industria petrolera internacional ha sufrido cambios cualitativos de innegable importancia, en forma gradual pero constante, aún cuando las compañías petroleras nacionales de los países de la OPEP tienen todavía una participación reducida. Ante esta pers

pectiva ha sido planteada la postura de la OPEP en el sentido de buscar una mayor participación en las actividades de refinación y distribución en los mercados consumidores, por medio de acuerdos con las grandes compañías petroleras internacionales tradicionales. De esta manera se pretende obtener una participación más equitativa en el valor real de los productos petroleros sin introducir elementos perturbadores en el funcionamiento normal de los mercados del petróleo. (Ver cuadro 5 en el anexo).

En el ámbito de las alternativas energéticas, la OPEP ha propuesto establecer acuerdos de cooperación entre las naciones en vías de desarrollo y los países desarrollados, con el fin de financiar una Agencia Internacional de Energía encargada de incrementar las reservas energéticas disponibles para enfrentar la creciente demanda de energía de todos los países y para lograr una combinación de fuentes energéticas que permita reducir la dependencia de la oferta mundial de energía respecto al petróleo y sus derivados.\*

La crisis económica que se abatió sobre los países capitalistas industrializados a partir de 1974 y cuyas repercusiones afectaron en mayor o menor medida a los países del área no socialista, fue agudizada aún más por la elevación de los precios internacionales del petróleo. A partir de 1977, en forma paulatina, aunque desigual, el capitalismo ha utilizado diversos medios para paliar los efectos de la crisis, que por su profundidad (en dicho año solo Canadá con 1.6% y Japón con 2.1% tuvieron incrementos -

-----  
\* OPEP Bulletin June, 1980, Viena, Aus.

en su PNB, mientras que Australia, Alemania Federal, Bélgica, Estados Unidos, Francia, Holanda, Inglaterra e Italia registraron decrementos entre el 4 y el 7%)\*ha sido - la más grave de la segunda postguerra. El balance en - cuenta corriente, (bienes, servicios y transferencias pri - vadas y oficiales) de la OECD \*\* pasó de un déficit de - 26.3 miles de millones en 1977, a un superávit de 6.4 mi - les de millones en 1978.

Las siete mayores-naciones industriales que tuvieron un déficit global de 4.5 miles de millones de dólares en 1977, lograron un saldo positivo de 15.9 en 1978. Este no - table mejoramiento fue la contraparte de un deterioro en - la posición de los países en vías de desarrollo no exporta - dores de petróleo. \*\*\*

Entre las medidas compensatorias anticrisis las fuer - tes barreras proteccionistas impuestas por los países desa - rrollados han tenido como consecuencia un deterioro de los términos del intercambio para las exportaciones de los paí - ses en vías de desarrollo.

En este ámbito, la OPEP ha mostrado su determinación

-----  
\* México , Hoy, González Casanova y Florescano (coor - dinadores), Siglo XXI.- México, 1979.- pág. 29.

\*\* Los países miembros de la OECD son: Canadá, EE. UU., Japón, Australia, Austria, Bélgica, Luxemburgo, Dinamarca, Finlandia, Países Bajos, Noruega, Portugal, - España, Suiza, Turquía, Reino Unido y Yugoslavia.

\*\*\* OPEP Annual Report 1978, Viena, Aus.- p., 5.

para apoyar las demandas de los países en vías de desarrollo a fin de reestructurar el orden económico internacional vigente, a través de medidas tales como: la promoción de la cooperación económica entre los países en vías de desarrollo, de estabilización de las condiciones de los mercados de materias primas, la protección y racionalización en el consumo de riquezas no renovables, etc.

El enorme flujo de recursos financieros que la OPEP ha captado a partir de 1974, ha permitido acelerar el desarrollo de sus países miembros. Las importaciones de bienes y servicios han crecido significativamente y los planes de desarrollo se han ampliado en busca de objetivo común de diversificar sus economías, a fin de disminuir su dependencia monoexportadora. Pero los efectos económicos favorables derivados de la política de precios de la OPEP han rebasado las fronteras de sus miembros. Los exportadores netos de petróleo que no pertenecen a la OPEP, aún cuando no se han beneficiado en igual medida, también obtuvieron una mejor rentabilidad por sus exportaciones, mejorando en poder de negociación frente a los países importadores.

#### Países productores y países consumidores.-

Las implicaciones geopolíticas resultantes de la distribución de los yacimientos gigantes de petróleo, no pueden pasar inadvertidas a las grandes potencias consumidoras que dependen de las importaciones para su abastecimiento, así como tampoco para los países en vías de desarrollo que carecen de ese recurso natural y por tanto deben recurrir a su importación en muchos casos con graves repercusiones.

siones en la estabilidad de su balanza exterior de comercio.

Es posible establecer una tipología de países en base a los niveles de consumo, producción y dependencia respecto al exterior en materia de energéticos. Arthur Meyerhoff propone las siguientes:

1.- Potencias industriales con escasez de petróleo y necesidad de importar grandes cantidades: Estados Unidos, Japón, Italia, Alemania Occidental, Francia y Brasil. En menor grado, se incluyen en esta categoría: Alemania Oriental, Checoslovaquia y la India.

Canadá, aunque produce 80% de sus requerimientos, en los años venideros, tendrá que elevar su producción para evitar esta clasificación (lo mismo que Rumania y Argentina). Es interesante señalar que la mayoría de los países que se incluyen en el primer inciso de esta categoría, carecen de yacimientos petroleros en su territorio, a excepción de Estados Unidos, país en el cual, hasta el 1° de enero de 1975, se habían probado reservas de 64,782 millones de barriles.

2.- Potencias industriales con petróleo suficiente para sus necesidades: la Unión Soviética y la República Popular China.

En el caso de la Unión Soviética, su producción petrolera, al comienzo de 1976, ascendió a 10.1 millones de barriles diarios (casi 2 millones más que Estados Unidos).

El 24% de su producción total se exporta .\*

La República Popular de China representa una nueva potencia industrial cuya industria petrolera ha llegado a representar en 1976 el 21% de su base energética.

El consumo energético de China es satisfecho internamente en lo que se refiere a petróleo. Sin embargo, la magnitud de su población (cerca de 850 millones de personas) augura en un futuro no muy lejano la creciente dependencia de China respecto a las importaciones de energéticos.

La importancia del petróleo en el abastecimiento energético en China ha pasado del 10% en 1949 a 21% en 1976 y su producción que era de tan solo 2,450 barriles en el primero de esos años, llegó a 1.6 millones de barriles diarios en el segundo. Sus reservas potenciales podrían alcanzar de 70 a 180 miles de millones de barriles, con lo cual su producción para 1990 llegará a ser muy considerable en la medida que sean superadas las limitaciones financieras para el desarrollo y explotación de sus yacimientos.\*\*

Holanda y Gran Bretaña pueden también incluirse en esta categoría, aunque el recurso principal de Holanda sea el gas natural.

-----  
\*\*"La Dependencia Estratégica y el Petróleo". John Saxe - Fernández, en "El Petróleo en México y en el Mundo", Op. Cit.

\*\*OPEC Bulletin, June 1980, Viena, Aus.

3.- Países subdesarrollados y medianamente desarrollados con grandes excedentes petroleros para la exportación; se clasifican en esta categoría Argelia, Libia, Egipto, - Irak, Irán, Kuwait, Arabia Saudita, Qatar, Omán, los Emiratos Arabes Unidos, Indonesia, Nigeria, Venezuela, Trinidad-Tobago, Ecuador y México.

Los investigadores Bosch, Lapiedra y Ortega, han elaborado un estudio respecto a la experiencia de seis economías exportadoras de petróleo.\* Los países estudiados corresponden a las características de la tercera categoría de la tipología de Meyerhoff y son: Arabia Saudita, Argelia, Indonesia, Irán, Nigeria y Venezuela.

Los efectos económicos que se han detectado en las economías de esos países, como resultado de la elevación de los precios del petróleo en 1973, todos ellos exportadores de crudo previamente a esa fecha, podrían ser utilizados, sin duda, en la prognosis de la economía de nuestro país, incorporado recientemente a esta tercera categoría de la tipología.

El aumento de los precios del petróleo en 1973, tuvo un efecto muy notable en los niveles de actividad económicos de todos los países exportadores variando en importancia relativa de acuerdo al paso específico del sector petrolero en cada caso.

-----

\* "El Petróleo en México y en el Mundo" op. cit., p. 103 y ss.



La característica principal que las exportaciones revaloradas de crudo otorgan a estos países es la consolidación de un amplio margen de maniobras política y económica en el ámbito internacional. Al elevar su capacidad de exportar han podido mantener los precios internos a un nivel manejable (14% promedio general de 1971 a 1976). Los recursos financieros obtenidos a partir de las exportaciones de petróleo han permitido llevar a cabo el ensanchamiento de la base productiva de sus economías, lo cual se refleja en una elevación mayor de los niveles de gasto en inversión frente al gasto en consumo. El sector público tiende a dinamizar su participación en la economía como consecuencia de las mayores captaciones por concepto de exportación de petróleo, lo que se refleja también en una disminución de los requerimientos de crédito interno para financiar los déficits gubernamentales. Las balanzas de pagos de todos ellos registraron grandes superávits a partir de 1974 dada la mejoría en los términos de intercambio lograda mediante la elevación de los precios del crudo.

Sin embargo, la duración de esta situación fue de corto plazo, ya que la elevación de los costos de producción de las manufacturas y la elevada propensión a importar llegaron a generar en algunos casos un déficit comercial a lo cual cooperaron tanto la estabilidad de precios de las exportaciones, como las fluctuaciones de la demanda derivadas de las tendencias recesivas internacionales surgidas en 1975.

#### Arabia Saudita.-

En Arabia Saudita, previamente al año de 1973, el producto nacional creció en términos reales a una tasa anual

de 14% promedio, en tanto que a partir de 1974 lo hizo a 24%.

Las repercusiones económicas que acarreó la elevación de los precios del crudo se pueden apreciar con el señalamiento de que el valor de las exportaciones de petróleo - saudíárabe pasó de 8 mil en 1973 a 31 miles de millones de dólares en 1974. Esta captación de recursos se reflejó en la balanza de pagos como un creciente superávit en cuenta corriente que pasó de 910 millones de dólares en 1971 a - 23,007 millones de dólares en 1974 y 13,629 en 1976. La acumulación de reservas de la economía saudíárabe llegó en 1976 a 27,025 millones de dólares (Japón, 16,605 y Alemania 34,801 millones de dólares, respectivamente).

El consumo elevó su tasa de crecimiento a partir de - 1974 hasta el 16% anual (3.4% anual en los tres años previos). El ritmo de inversión también sufrió una elevación considerable al pasar de una tasa de crecimiento de 39% en el periodo de 1971 a 1974, a 80% entre 1974 y 1976. El - nuevo nivel de gasto agregado se manifestó como una tendencia inflacionaria que entre 1974 y 1976 llegó a ser de 27% como consecuencia del reducido nivel de la oferta interna.

Las consecuencias monetarias se dieron también en términos de una revaluación del riyal respecto al dólar (4.15 riyals por dólar en 1971 y 3.55 por dólar en 1975).

Nota: La información económica referida a los países de - esta categoría aparece en Bosch, Lapiedra y Ortega, op. cit.

## Argelia.-

En Argelia el valor de las exportaciones se quintuplicó entre 1971 y 1977, no obstante la disminución de la demanda mundial de petróleo en 1975. El desplome de ese año no fue seguido por una reducción de las importaciones, por lo que sus reservas internacionales resintieron una merma de 300 millones de dólares.

Los problemas del sector externo, aunque de magnitud considerable, no opacan el efecto que tuvo la devaluación de precios en la economía argelina. En el periodo 1971-1973 el PIB creció a una tasa del 22.5% en tanto que después de 1974 su tasa de crecimiento se elevó a 46% con tan solo un 3% de elevación en la tasa de crecimiento de los precios respecto al primer periodo.

Antes de 1974 la inversión fija bruta creció alrededor del 24% anual. En 1974 alcanzó 33% respecto al año previo, pero en 1975 fue realmente excepcional al crecer a 54.2%.

## Indonesia.-

Hacia 1973 Indonesia enfrentaba serios problemas de financiamiento de su compañía petrolera estatal Pertamina, la cual había iniciado planes de expansión sin disponer de los recursos necesarios. Esa situación determinó en buena parte la utilización de los excedentes petroleros obtenidos a partir de la elevación de los precios del crudo, pues gran parte de esos recursos se dedicaron a la inversión y no al consumo. En 1974 el PNB creció a una tasa de

57,6%, superior a la tasa de 34,4% observada entre 1971 y 1973. No obstante el impacto de la elevación del precio del crudo en la economía de Indonesia no fue tan significativo como en otros países exportadores, ya que su mayor diversificación y tamaño en comparación con aquellos, reducen la importancia relativa del sector petrolero en la generación del PNB y de las exportaciones totales.

Los recursos del petróleo han permitido sanear las finanzas de Pertamina y ampliar la base productiva, Indonesia, lo cual ejemplifica como las excedentes petroleros, - pueden ser un buen antídoto ante ciertos problemas económicos, si existe previamente determinado grado de desarrollo económico y se hace un manejo eficiente de esos recursos.

Irán.-

A partir del alza de los precios del crudo, la economía de Irán ha logrado incrementar el valor de sus exportaciones entre 1973 y 1974, en 200%. Antes de 1974 la balanza de pagos había logrado un reducido superávit por 154 millones de dólares y en el año de 1974 se registró un saldo positivo de 12,267 millones de dólares. Automáticamente las reservas internacionales de ese país alcanzaron, en el mismo año, niveles sin precedente al incrementarse en 600%, lo que significó un incremento de 7,000 millones de dólares respecto a las reservas existentes en 1973.

El tipo de cambio se ha revaluado en términos del dólar (de 76.4 rials por dólar en 1971, a 67.6 en 1974) aún cuando ha sufrido una pequeña devaluación respecto a los DEGS.

Los recursos financieros obtenidos de las exportaciones petroleras revaluadas, han permitido tasas de crecimiento económico muy altas. En 1974 se registró un incremento de 70% del PNB respecto al año previo (3% en promedio de 1971 a 1973).

Debido al descenso de las exportaciones en 1975, la tasa de crecimiento del PNB se redujo a niveles moderados (comparativamente) del 20% anual durante 1975 y 1976.

La tasa de inflación en el período 1972-1976, mantuvo un nivel promedio de 12.5%, pero se observa una elevación a partir de 1974. En 1977 se registra un mayor aumento de precios que el promedio del período referido, al llegar a 27% la tasa de crecimiento de los precios del consumidor, respecto al año anterior.

La tasa de crecimiento de la inversión fija bruta llegó a niveles cercanos al 60% anual entre 1975 y 1976, en comparación con el 30% anual registrado en el período 1972-1973.

#### Nigeria. -

Como consecuencia del aumento de los precios del petróleo en 1975, en 1976 Nigeria logró un incremento de 60.2% del PIB, respecto al año anterior (mucho mayor que el trienio previo, igual a 8% promedio), si bien ello implicó una aceleración de la tasa de incremento de los precios que en el año indicado fue de 12.5%. Las exportaciones de petróleo generaron ingresos que al superar los gastos del gobierno permitieron un aumento sustancial de las reservas internacionales.

Posteriormente, Nigeria ha enfrentado algunas restricciones en su disponibilidad de divisas para financiar importaciones como consecuencias de haber mantenido constantes los niveles de precios sin llevar a cabo aumentos importantes de su producción, aún cuando se había planteado un ambicioso programa de expansión productiva del sector público.

Venezuela.-

En Venezuela, el grado de desarrollo económico alcanzado ha determinado que la derrama de recursos financieros en la economía venezolana no haya tenido efectos económicos sobresalientes. No obstante, los indicadores económicos reflejan claramente la elevación de los ingresos de petrod divisas generadas por el aumento de precios de 1973. Por ejemplo, el valor de las exportaciones de petróleo de 1973 a 1974 pasó de 5.2 a 9.2 miles de millones de dólares por concepto de exportaciones de petróleo, sin que la tendencia al crecimiento de las exportaciones fuera mayor de 20%. En esas circunstancias ha sido posible conservar el remanente superavitario de su balanza de pagos, que, no obstante haber mostrado una tendencia a reducirse al pasar de 5,900 millones de dólares en 1974 a 1,031 millones de dólares en 1977, le ha permitido alcanzar unos 8,000 millones de dólares de reservas internacionales. Por lo que se refiere al PIB, la tasa de crecimiento anual se elevó de 12% entre 1973 y 1974 a 26% entre 1974 y 1976.

La evolución del déficit de la balanza de pagos venezolana, en los años recientes, permite inferir que para mantener los niveles de inflación por debajo del 7% ha sido necesaria una elevada participación de las importacio--

nes en la oferta interna.

Las breves monografías anteriores pueden aportar algunos criterios sobre los posibles efectos económicos del aumento de los ingresos generados por el petróleo en México. No obstante, es necesario hacer el señalamiento de que los casos estudiados por Bosch, Lapiedra y Ortega se refieren a países que recibieron un incremento en sus ingresos derivados de sus exportaciones petroleras como consecuencia de la elevación de los precios del producto, y no como efecto de un aumento en la producción, que incluso disminuyó en 1974 y 1975, a diferencia de la experiencia de México donde el incremento de los ingresos del petróleo es atribuible principalmente a una mayor producción. Esto significa una mayor gradualidad y posibilidad de regulación de los volúmenes de recursos financieros que se derraman en la economía.

4.- Países subdesarrollados o medianamente desarrollados, con una industria petrolera pequeña o inexistente: incluye a la mayoría de las naciones del mundo.

La dependencia externa para el abastecimiento de energía con elevada frecuencia alcanza el 90% de sus requerimientos totales, lo que representa una considerable cantidad de divisas pagadas al exterior que aumenta conforme se elevan los precios internacionales del petróleo y agrava la escasez de recursos disponibles para inversión interna. El desarrollo del sector energético en estos países resulta vital para enfrentar una creciente demanda originada por la industrialización y la modernización de sus economías.

Existen, en la mayoría de los casos, las condiciones potenciales para encontrar y explotar otras fuentes energéticas distintas del petróleo, tanto renovables como no renovables. No obstante, se requieren fuertes inversiones que en la mayoría de los casos no son viables, como consecuencia de la escasez de recursos para la inversión en su localización y desarrollo.

Estas naciones comprenden una gran extensión geográfica y tienen una elevada proporción de la población mundial, lo que implica que su situación de crisis económica potencial en caso de no encontrar formas de abastecimiento energético que permitan cubrir sus necesidades justifique una mayor atención y canalización de recursos a solucionarla.



## CAPITULO III

### EL SECTOR ENERGETICO EN MEXICO

#### Marco General.-

En México el Estado ejerce el dominio directo de todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos tanto en la plataforma continental como en la zona económica exclusiva de 200 millas náuticas. También controla la generación, la conducción, la transformación, la distribución y el abastecimiento de energía eléctrica que tenga - por objeto la prestación del servicio público; y el aprovechamiento tanto de combustible nuclear para la generación de energía nuclear, como la regulación de sus aplicaciones.

Las amplias dimensiones que ha alcanzado el sector - energético en nuestro país y los efectos multiplicadores - directos e indirectos de las inversiones asignadas a su ampliación, determinan que su comportamiento influya de manera muy importante en el mantenimiento de un ritmo acelerado de desarrollo económico.

El empleo generado en este sector actualmente es de - más de 150,000 ocupaciones en forma directa y una cantidad semejante a las obras realizadas por los organismos del - sector.\*

El papel del sector energético en la economía nacio--

\* "Energéticos", Boletín Informativo del Sector Energético.- Agosto, 1979; p.1.

nal es de primera importancia. La producción de energéticos para ser utilizados como insumos industriales y para el consumo de las familias, es fundamental en el desarrollo económico. Las actividades de producción orientadas a la exportación de hidrocarburos tienen un impacto sustancial en la balanza de pagos. La expansión de las instalaciones de generación eléctrica y extracción y refinación de petróleo eleva los ingresos y el empleo. La demanda de bienes de capital del sector energético favorece la expansión e integración de la producción nacional de bienes de capital. En síntesis, es el sector más dinámico de la economía.

En 1970 el PNB creció a una tasa de 6.9%, en tanto que en 1976 solo lo hizo al 2.1%. La inflación pasó de 4.5% de crecimiento en los precios en 1970, a 19.5 en 1976. La difícil situación en la economía llevó a la firma de un convenio de facilidad amplia de financiamiento en el Fondo Monetario Internacional en 1973, así como la instrumentación de acciones económicas para sortear la crisis. En este contexto se dió estímulo a la industria petrolera para que incrementara su actividad y sus exportaciones.

La Inversión pública autorizada en 1971 ascendió a 28,538 millones de pesos, equivalente a 6.31% del PIB. En 1978 llegó a un total de 229,900 millones de pesos, 806% de aumento, y fue equivalente al 10.9% del PIB, 1.7 veces más que el primero de los años mencionados. En este impresionante crecimiento, la inversión pública canalizada al sector energético tuvo una influencia sumamente importante

En 1971, la Inversión Pública autorizada para fomento industrial de las industrias petroleras y eléctrica fue de

9,804 millones de pesos, igual a 34.4% de la inversión pública total. En 1978 el monto de recursos destinados a los energéticos fue de 95,300 millones, o sea 9.7 veces mayor, en tanto que su participación respecto a la Inversión Pública total fue del 42% (7.6% más alto)\*.

El sector en especial el sector petrolero, tuvo una importancia determinante en la recuperación económica registrada entre 1976 y 1978. La política económica del gobierno diseñada para reducir los niveles de inflación que condujeron a la devaluación de 1976, se implementó en base a inversiones públicas canalizadas para la expansión de la planta productiva, al incremento de los ingresos fiscales y, consecuentemente, a la reducción del déficit del Sector Público; es necesario señalar que se dió un auge muy significativo en la industria petrolera.

Se estima que en 1978 el PIB aumentó 6.6% a precios constantes. La recuperación de 1978 estuvo asociada sobre todo, al aumento del Gasto Público, destacando el monto de inversión asignado al sector energético. En 1979, el presupuesto total del gobierno federal, incluyendo a las empresas descentralizadas rebasó el billón de pesos y el sector energético, incluyendo a PEMEX, CFE, la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, los organismos del área nuclear, el Instituto Mexicano del Petróleo y el Instituto de Investigaciones Eléctricas, representó el 26% del total. Del presupuesto global, Petróleos Mexicanos absorbió en números redondos, el 19%,\*\*

-----  
\* Energéticos, Boletín Informativo del Sector Energético; Agosto, 1979.- México, D.F., p. 1.

## Consumo Energético Nacional.-

Entre 1970 y 1977 la tasa anual promedio de crecimiento de la producción nacional de energía fue de 6.5%. Los hidrocarburos aportaron el 80.7% de la energía total; el carbón, 4.3%; la electricidad 9.5%, la geotermia el 0.2% y las importaciones 5.3%.

La producción nacional de energía incrementó su participación en la oferta total en 3.9% de un año extremo al otro. El porcentaje correspondiente en 1970 fue de 95% y en 1977, 98.9%. En forma paralela se redujeron las importaciones de energía, al pasar de 5% del total a tan solo 1.1%.

La rama de los hidrocarburos presentó el mayor incremento del sector energético nacional al pasar de 80.4% a 84.7%, o sea 4.3%. Fue seguida por la producción energética a base de carbón con 3.3% de incremento en el mismo periodo (1970-1977), registrándose un decrecimiento en la participación relativa de la hidroelectricidad (-1.9%). Al interior del renglón de hidrocarburos, la producción de petróleo crudo creció 7.4%, en tanto que la de gas natural tuvo una tasa negativa de -3.1%.

La geotermia no se utilizó en México hasta el año de 1973, en que participó con 0.1% de la energía producida; para 1977 representaba el 0.3% del total.

Los niveles de consumo de energía primaria y el volumen del PIB son dos variables macroeconómicas que no se encuentran relacionadas por ninguna función definida hasta ahora, pero es indudable que están lejos de ser inde--

CUADRO 2  
ESTRUCTURA PORCENTUAL DEL CONSUMO NACIONAL DE ENERGIA PRIMARIA 1970-1977

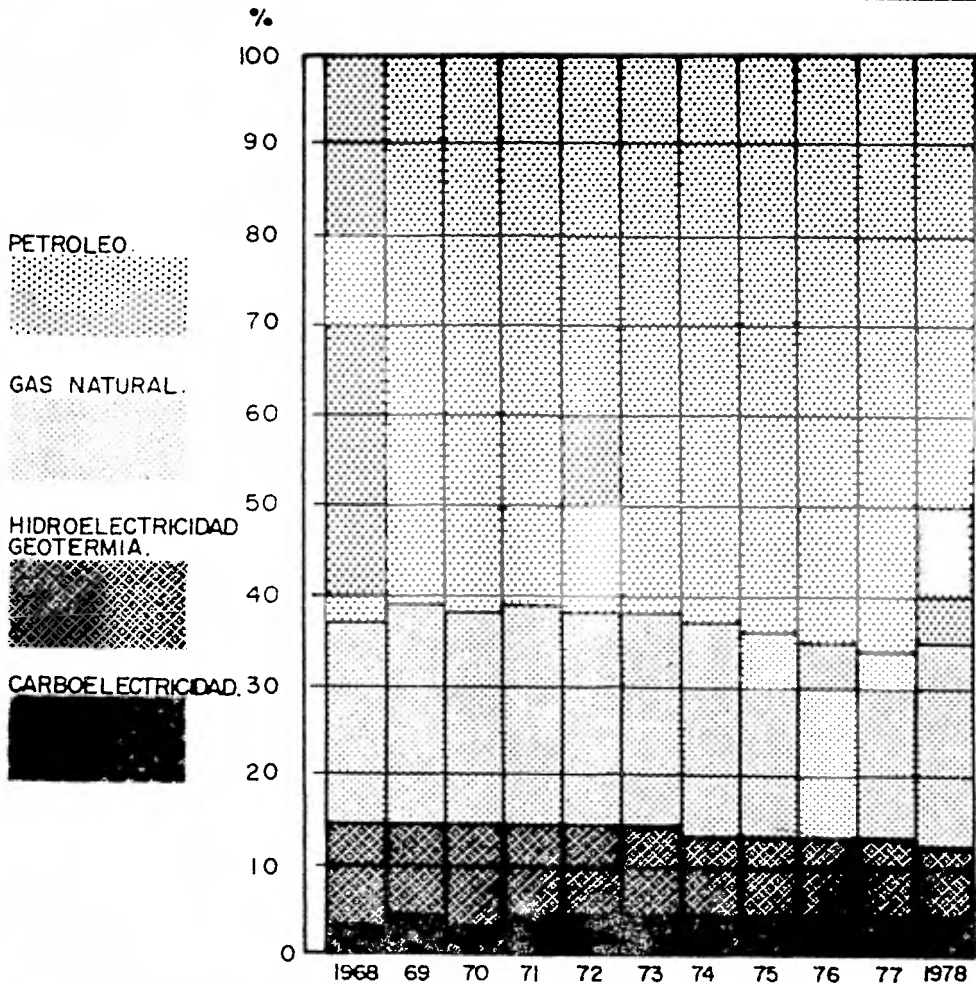
T O T A L	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>
<u>PRODUCCION NACIONAL</u>	95.0	92.9	93.3	91.8	94.4	94.1	96.5	98.9
<u>Hidrocarburos</u>	80.4	78.8	79.3	77.8	80.3	81.2	83.0	84.7
Petróleo Crudo	57.4	55.1	56.1	54.6	57.5	58.9	62.4	64.8
Gas Natural	23.0	23.2	23.2	23.2	22.8	22.3	20.6	19.9
Carbón "Todo Uno"	3.6	4.1	3.9	4.2	4.7	4.5	4.6	4.8
Hidroeléctrica	11.0	10.2	10.0	9.7	9.2	8.1	8.6	9.1
Geotérmica	---	--	--	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3
<u>IMPORTACION</u>	5.0	7.1	6.7	8.2	5.6	5.9	3.5	1.1
Petróleo Crudo y Pro- ductos Petrolíferos	4.1	6.4	5.7	7.3	5.0	5.3	3.0	0.8
Carbón y Coque Metalúr- gico y de Petróleo.	0.9	0.7	1.0	0.9	0.5	0.5	0.5	0.3
Electricidad.	--	--	--	--	0.1	--	--	--

FUENTE: "La Industria Petrolera en México", S.P.P., 1979, p. 76.

GRAFICA. N° 1

# MEXICO :

PARTICIPACION PORCENTUAL DE DIVERSAS FUENTES DE ENERGIA EN LA OFERTA ANUAL.



FUENTE : ENERGETICOS, Boletín Informativo del Sector Energético-Año 2,  
Núm. 3, P.17.  
MEXICO, marzo de 1978

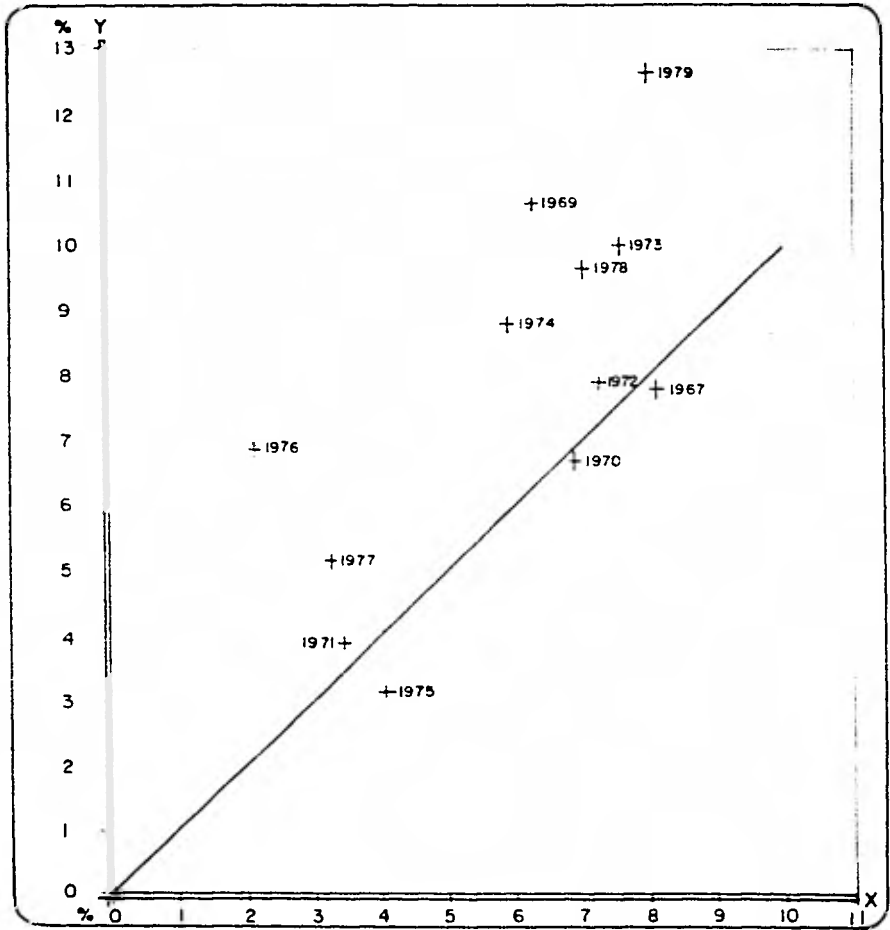
CUADRO 3  
TENDENCIA DEL CONSUMO DE ENERGIA EN TERMINOS DE ENERGIA PRIMARIA Y PIB

	Kcal x 10 <sup>12</sup>	%	PIB (millones de pesos a precios de 1960)	%
67	326.03	0.0	241 272	0.0
68	351.35	7.77	260 901	8.14
69	388.61	10.61	277 400	6.32
70	414.41	6.64	296 600	6.92
71	430.48	3.88	306 800	3.44
72	464.22	7.84	329 100	7.27
73	510.66	10.00	354 100	7.60
74	554.66	8.66	375 100	5.93
75	572.09	3.10	390 500	4.05
76	611.08	6.82	398 600	2.13
77	642.29	5.11	411 600	3.26
78	704.02	9.61	440 600	7.05
79	792.77	12.61	475 848	8.00

FUENTES: La Industria Petrolera en México, S.P.P.; 1979  
y PIB y Gasto, Banco de México, S.A. 1960-1977  
y 1970-1978.

GRAFICA N°2

TENDENCIA DEL CONSUMO DE ENERGIA  
PRIMARIA Y PIB



X =  $\Delta$  % PIB  
Y =  $\Delta$  % CONSUMO DE ENERGIA



pendientes entre sí, como los muestran el cuadro 3 y la gráfica 2.

#### Balance Energético Nacional.-

En 1978 el 84.9% de la energía total que consumió el país fue aportada por los hidrocarburos (petróleo, 61.75%; gas natural, 23.15%); correspondió a la energía hidroeléctrica el 6.9%, al carbón el 5.25%, a la geotermia el 0.26% y el resto a la importación de energía eléctrica, carbón y productos petroleros.\*

En el perfil porcentual de consumo energético, el sector energético tuvo la mayor participación con 30.61% del total; en segundo lugar, el sector transporte consumió el 30.61% el sector industrial absorbió el 26.38%; el resto se distribuyó entre consumo residencial, agrícola y otros usos.

#### BALANCE ENERGETICO NACIONAL EN 1978.

PRODUCCION DE ENERGIA		CONSUMO DE ENERGIA.	
Carbón	5.25%	Industria	26.38%
Petróleo	61.75%	Transporte	29.83%
Gas Natural	23.15%	Residencial	8.08%
Hidroelectricidad	6.90%	Agrícola	0.68%
Geotermia	0.26%	Otros Usos	1.00%
		Pémex	14.00%
		Sector Eléctrico	16.61%
Total	100.00%		100.00%

FUENTE: Revista, "Energéticos", Boletín Informativo del Sector Energético, Agosto, 1979, México.p.43.

La tasa de crecimiento del consumo energético nacional en los últimos años ha sido de 7.5%. En 1977 fue equivalente a 440 millones de barriles de petróleo, aproximadamente. De continuar la misma tasa de crecimiento del consumo, para el año 2000 será necesario una disponibilidad de energía equivalente a casi 2,400 millones de barriles de petróleo.\*

Aunque se dispone de un Plan Nacional en materia energética, en el Plan Global de Desarrollo han sido delineadas las directrices de la política energética a seguir con la mira de llegar a satisfacer los requerimientos energéticos en el futuro. Lograr la autosuficiencia energética para el abastecimiento urbano y rural a tasas elevadas de crecimiento anual, requiere el conocimiento y evaluación de los recursos potenciales existentes. "Se buscará un mayor aprovechamiento de los recursos hidráulicos, geotérmicos, solares, del carbón y otros, aunque, en algunos casos como los solares, ahora se esté solo preparando el camino para una explotación futura".\*

Asimismo, se plantea la importancia de hacer un uso más eficiente de la energía en función del papel estratégico que corresponde a los energéticos en el desarrollo económico. Vivimos en una etapa de transición de la utilización irrestricta del petróleo como principal energético de la humanidad a una nueva era de fuentes energéticas alternativas. Tanto a nivel mundial como en el ámbito interno. "El costo relativo de las fuentes alternativas de los hidrocarburos determinarán su nivel de explotación en los años venideros.\*\*

\* Cuadernos Políticos Núm.16, abril-junio de 1978, p.10

\*\* Plan Global de Desarrollo, S.P.P. 1980; p. 146.

NOTA: Ver capítulo VI inciso C

**BALANCE ENERGETICO NACIONAL HACIA EL AÑO  
2000**

FUENTE DE ENERGIA	PARTICIPACION PORCENTUAL
Hidroelectricidad, carbón y geotermia	27.0%
Núcleo electricidad	9.0%
Hidrocarburos	<u>64.0</u>
	100.0%

FUENTE: Cuadernos Políticos Núm. 16, Abril-Junio de 1978, Pág. 10.

Los programas energéticos actualmente existentes, elaborados con un criterio de empleo racional de los recursos no renovables disponibles en el país muestran una tendencia a la reducción de la participación de los hidrocarburos en la oferta energética nacional hacia el año 2000, de -23.5%; así como un incremento de la importancia de la geotermia y la hidroelectricidad en el total. Influye, sin duda, el hecho de que la combustión de hidrocarburos en las plantas termoeléctricas es un uso dispendioso de recursos que no son renovables, por lo que la investigación tecnológica se encaminará hacia la utilización de nuevas formas de emplear las fuentes renovables de energía para generar electricidad.

La diversificación de fuentes energéticas y la racionalización del consumo de energía representan aspectos de gran trascendencia en el futuro económico del país y en la optimización del uso de los recursos no renovables.

Es muy importante el análisis de la participación del costo de la energía en la formación del costo total de

los bienes y servicios producidos, sobre todo para evaluar las políticas de precios de los energéticos.

En los sectores agrícola e industrial, la energía representa el 8.3% y el 3.5% del total de insumos y el 1.6% y el 2.2% en el valor del producto bruto total, respectivamente. En el sector del transporte, su importancia es mucho más significativa, pues participa con el 30% y el 13.60% de las variables referidas.\*

La reducida participación porcentual de los insumos energéticos en los costos de producción agrícola es una consecuencia del atraso tecnológico predominante en la agricultura del país. Contrariamente, la participación de los costos energéticos en la formación del costo total de los servicios de transporte es mucho más significativo por el grado de mecanización alcanzado. Este hecho tiene como consecuencia que el aumento o disminución de precios de los energéticos tenga repercusiones importantes en el resto de la economía por su incidencia en los precios del transporte, que al elevar o reducir los costos de distribución traslada sus efectos a los precios de las mercancías y servicios.

Por lo que se refiere al sector industrial, los energéticos tienen una gran importancia que no se deriva tanto de su participación relativa en los costos, sino de su valor económico de utilización, por ser indispensables en los sistemas productivos maquinizados.

-----  
\* Energéticos, Instituto Mexicano del Petróleo, p. 45 y 48 T. III, México, 1976.

Existe también una tendencia a que el costo de la energía participe cada vez menos en la formación de los costos de producción en diversos sectores. Este fenómeno podría explicarse en términos de la diferencia en los incrementos de los precios de los demás insumos y los productos industriales en general en comparación con los incrementos mucho menores registrados en los precios de los energéticos como resultado de la política gubernamental de subsidio del sector energético a la industria.

También es posible atribuir el descenso de la importancia relativa de los insumos energéticos en el valor de los insumos totales al cambio tecnológico que reduce la utilización de energía por unidad de producto al permitir la optimización del aprovechamiento de los insumos en la medida que se difunde la organización científica del trabajo, a los distintos sectores económicos, se produce, generalmente, un aumento en la eficiencia que permite racionalizar el consumo de energía. Asimismo, el perfeccionamiento de las técnicas de producción y distribución permite mayores ahorros de energéticos.

Se observa que la evolución de la demanda de energía depende de factores tan diversos como el volumen de la producción industrial, el grado de mecanización o los costos y oportunidad del abastecimiento de energía, por lo que no es posible determinar cual de todos provoca en un momento dado una variación en la participación de la energía en los costos de producción, sino que se acepta más bien como el efecto una combinación de ellos.

## La Política de Precios en el Sector Energético Paraestatal.-

"El deterioro de los precios relativos de los productos petrolíferos en su conjunto, incluyendo exportaciones se puede observar por su aumento de 92.4% entre 1960 y 1976, frente a un aumento del índice de precios del PIB de 209.5%.\*

El sector petrolero estuvo orientado durante varias décadas (1938-1976) a abastecer el consumo interno a precios subsidiados, lo cual ha constituido un apoyo considerable a la industrialización. Al reducir los costos industriales en forma proporcional al subsidio implícito en los precios oficiales internos de los productos petroleros, ha permitido mayores niveles de acumulación industrial y de consumo energético particular.

Después de varias décadas de mantener una política de subsidio en sus precios a comienzos de los años setentas la industria petrolera llegó a enfrentarse con graves limitaciones financieras para su expansión; como consecuencia de esa situación se llegó a limitar la producción interna de petróleo, en forma tal que, desde el año 1971, México se vió en la necesidad de importar 40 millones y medio de barriles anuales en promedio, hasta 1974, año en que gracias a la elevación internacional de los precios del petróleo y el descubrimiento de los yacimientos petrolíferos del Sureste, la industria petrolera nacional ha

-----  
\* Estado y Petróleo. Samuel I. del Villar. Foro Internacional, Colmex # 77; p. 131 Julio-Sept. 1979, México.

experimentado una bonanza de sus ingresos por exportaciones.

Las políticas de subsidio a la industrialización a través de los precios regulados de la energía eléctrica -- llevaron a la mexicanización de la industria eléctrica en 1960 ya que el establecimiento de precios subsidiados por parte del gobierno deterioró los estados contables de las compañías eléctricas en forma tal, que se vieron en una difícil situación financiera, y ante el ofrecimiento de atractivas condiciones de compra por parte de México, decidieron negociar.

De esta manera quedó totalmente controlado el abastecimiento energético en el país por el gobierno, hecho que ha permitido realizar con amplitud una política de subsidios a la industrialización. No obstante, la situación -- descrita ha propiciado el consumo de energía en condiciones de muy baja eficiencia y las consecuencias se han manifestado como una descapitalización de las empresas públicas responsables del suministro energético. De todo lo anterior se concluye que aún cuando una reestructuración de precios y tarifas podría afectar los niveles de acumulación, implica atractivas ventajas en cuanto a la racionalización del consumo de energía.

En el Plan Nacional de Desarrollo Industrial se estableció explícitamente el propósito de mantener en un nivel inferior al internacional los Precios internos de los energéticos de uso industrial y de los productos petroquímicos básicos. Para esos fines se elaboró un esquema de precios

diferenciales basado en prioridades regionales para favorecer el desarrollo y la desconcentración industrial del país.

"En todos los casos, los descuentos se concederán solamente a nuevas unidades de producción, o a ampliaciones (de plantas y existentes) que representen, por lo menos, 40% de la capacidad instalada".\*

-----  
\* Plan Nacional de Desarrollo Industrial, S.P.F.I. 1979, p. 88.



CAPITULO IV  
EL PETROLEO EN MEXICO

El Auge del Petróleo en México.-

La industria petrolera en nuestro país ha alcanzado un elevado nivel de integración y desarrollo que comprende desde la exploración, la extracción y procesamiento de hidrocarburos hasta el transporte y distribución de los productos refinados. Las actividades que realiza el sector petrolero tienen importantes efectos dinámicos en el resto de la economía. El efecto multiplicador de la demanda de insumos, bienes de capital y mano de obra en la construcción y operación de las nuevas instalaciones ha elevado la tasa de crecimiento de la economía; además, la combinación de los efectos expansivos de los recursos obtenidos mediante las exportaciones petrolíferas cuya consistencia y permanencia es segura en el mediano plazo será un factor decisivo en la integración industrial de la economía ya que permitirán mayor autodeterminación en cuanto al financiamiento de la Inversión. La soberanía política así reforzada, permitirá mejores términos de negociación internacional.

Durante las últimas décadas las transacciones comerciales de México con el exterior, han resultado deficitarias para nuestro país. El desarrollo económico ha demandado importaciones de mercancías y servicios en gran escala sin una expansión simultánea de las exportaciones. Además desde el inicio de la política de fomento a la industrialización en nuestro país en los años cuarentas, se aprecia la falta de un impulso interno concomitante en el

terreno científico y tecnológico. Ello ha ocasionado en - el presente una grave dependencia frente al exterior, prin - cipalmente en lo que respecta a bienes de capital (maquina - ria y equipo) y tecnología dura, ya que en lo que respecta a la sustitución de bienes de consumo se han logrado nive - les de diversificación y calidad satisfactorios. Como con - secuencia de haber marginado la producción de bienes de - capital, actualmente se requieren crecientes importacio - nes de tales productos indispensables para la industriali - zación del país y las posibilidades de lograr su financia - miento en base a los recursos obtenidos de las exportacio - nes petroleras es, sin duda, uno de los aspectos más rele - vantes de la situación económica actual. Sin embargo, el riesgo implicado en devenir una economía monoexportadora, la importancia de que la explotación ampliada de hidrocar - buros sea enmarcada en una política de diversificación de las exportaciones.

De acuerdo con el Plan Global de Desarrollo los ingre - sos del Gobierno Federal respecto al PIB se incrementarán a 28.5% en 1982, lo cual representa 3.9% más que durante - 1966 (24.6%). A ello contribuirán tanto las mejoras de -- los sistemas tributarios, la implantación del IVA, como - las exportaciones petroleras.

Del total de ingresos del petróleo entre 1980 y 1982, se asignará alrededor del 32% al programa de inversiones de PEMEX; al sector agropecuario y desarrollo rural se des - tinará el 25%; el sector comunicaciones y transporte obten - drá el 20% de los recursos petroleros.

Por último, el 15% de las petrodívisas servirán de -- apoyo a los programas de inversión de los estados y munic\_i

pios.

#### El Sector Petrolero.-

En términos del PIB, a precios corrientes, en el período 1970-1977, el sector petrolero mostró una tasa anual promedio de crecimiento de 25.3%, superior a la del PIB global (20.93%) y a la del sector industrial (22.28). A precios constantes de 1960 se observa un comportamiento semejante en el período al registrar el sector petrolero una tasa media de 9.3%, superior a la del PIB industrial y global, 6.2 y 5.0%, respectivamente. (Ver cuadro 1 en el anexo).

La evolución del VBP del país a precios corrientes presentó una tasa de crecimiento promedio de 20.7% entre 1970 y 1977. En 1974 y 1977 se verificó un crecimiento bastante mayor a los demás años del período (32.6% y 35.9%) hecho que correspondió con la reactivación de la producción petrolera, en el primero de esos años y con la superación de la crisis devaluatoria de 1976, en 1977, en buena medida también, gracias al estímulo de la actividad petrolera.

A precios constantes, entre 1970 y 1977 el VBP del sector industrial creció a una tasa anual promedio de 5.25%. La industria petrolera, en su conjunto tuvo un crecimiento de 8.3% en promedio, por encima del mismo período. (Ver cuadro 2 en el anexo).

La participación de la industria petrolera en el VBP significó el 3.4% en 1970, a precios corrientes, con un valor de 21,539 millones de pesos. En el mismo año, el sec-

tor industrial generó una producción de 301,870, o sea - 46.9% del VBP (de 643,060 millones de pesos). La participación de la industria petrolera en la producción del sector industrial fue de 7.1% y 3.4% en el VBP, con una producción de 21,539 millones de pesos. (Ver cuadro 2 en el anexo).

En el período 1970-1977 el valor bruto de la producción creció 3.9 veces; en el período, el producto del sector industrial mostró un incremento de 4 veces, en tanto - que el sector petrolero creció 4.3 veces. La rama petroquímica presentó una dinámica considerablemente mayor que la rama de extracción y refinación, al crecer 4.7 veces y 4.2 veces, respectivamente. (Ver cuadro 1 en el anexo).

En términos del PIB, en el mismo período (1970-1977), el sector industrial aumentó su participación de 33.7% a - 36.4%, simultáneamente a un crecimiento de 4.3 veces. (Ver cuadro 1 en el anexo). La industria petrolera, a su vez, creció casi 4.9 veces al incrementar el monto de su producción de 13,270 millones de pesos a 64,553 millones de pesos, a precios corrientes. La participación porcentual del sector petrolero en el PIB pasó de 3.2% a 3.9% - (3.1% en promedio), y en el monto del sector industrial de 9.4 a 10.6 (8.9% en promedio) durante el mismo período. (Ver cuadro 1 en el anexo).

El peso relativo de las exportaciones petroleras en - el total de exportaciones del país se ha incrementado notablemente al pasar de 2.9% en 1970 a 33.7% en 1978. \*

\* "Participación de la Industria Petrolera en las importaciones totales del país, 1970 y 1978". "La Industria - del Petróleo en México, S.P.P." México, 1979. p.66.

Por su parte, las importaciones realizadas por la industria petrolera también han presentado un incremento -- considerable al pasar de 5.5% de las importaciones totales del país 1970 a 17.0% en 1978, tanto por concepto de la adquisición de equipos e instalaciones no disponibles en el mercado nacional, como por pagos de servicios especializados, perforaciones en plataformas marinas e ingeniería básica de procesos.

Como consecuencia de los importantes descubrimientos de petróleo en Chiapas y Tabasco, la industria petrolera recibió una mayor atención en el destino de la Inversión Pública, lo cual se manifestó como un aumento de su participación en la inversión bruta total, de 5.9% en 1974 a 6.6 en 1975 y 9.7 en 1977.

En el año de 1974 el gasto corriente del sector paraestatal representó el 55.5% del Gasto Público total, participación que se redujo en 1978 a 52.5%. El gasto corriente ejercido por Pémex fue equivalente en el primero de esos años, al 24.6%. En el mismo periodo, el gasto total del sector paraestatal aumentó 3.3 veces, en tanto que el gasto de capital se multiplicó solamente por 2.7 veces. En Pémex, el gasto total pasó de 24,247.1 millones de pesos en 1974, a 72,028.0 millones de pesos en 1978, o sea tres veces mayor; en cambio, el gasto de capital pasó de 9,222.6 millones de pesos en 1974 a 70,790 millones de pesos en 1978, 7.7 veces mayor.

En el renglón de gastos de amortización de deuda, el gravoso lastre que representa el endeudamiento de Pémex registró un crecimiento de 8.1 veces, en tanto que para el sector paraestatal en su conjunto fue de 5.9 veces solamen

te. (Ver cuadro 3 en el anexo).

Sin embargo, diversas circunstancias políticas, así como el hecho de que Estados Unidos es casi autosuficiente en la producción de gas natural para su consumo (90% del total), y que cuenta con reservas de gas que lo colocan en el tercer lugar mundial después de la URSS e Irán, fueron obstáculos para llegar a un acuerdo bilateral. El gobierno mexicano sólo aceptaba vender gas a 2.60 dólares el millar de pies cúbicos, en tanto que el precio oficial en los Estados Unidos era de 2.14 dólares. Además, en ese año el gobierno norteamericano estableció una política de reducir la dependencia energética externa, lo que significa un obstáculo más para el establecimiento de un acuerdo comercial favorable al gas mexicano.

Es prácticamente imposible para México exportar gas natural a otros países fuera de Estados Unidos, por los elevados costos de licuefacción y por no contar con una flota marina que tenga capacidad para transportarlo.

En 1979, después de varias negociaciones, se firmó un acuerdo comercial con Estados Unidos en el cual se establecen los términos de un contrato de exportación por 300 millones de pies cúbicos al día, a un precio de 3.60 dólares el millar.

Alcanzar las metas de expansión de Pemex no representa solamente un objetivo técnico en sí mismo. Pemex representa un instrumento básico de la política económica nacional, dada la importancia del petróleo en la economía, como principal energético. El suministro del energético a precios subsidiados proporciona ventajas comparativas en la

competencia comercial de productos mexicanos en los mercados internacionales; además, la obtención de recursos financieros adicionales permitirá consolidar las bases para un crecimiento sostenido de la industria petrolera y de la economía en su conjunto al favorecer la integración del aparato productivo.

En el período de enero a agosto de 1979 el saldo de la balanza comercial de Pemex con el exterior fue de 43,600 millones de pesos a favor, lo cual permitió financiar el 53% del programa de inversiones. Esta es una tendencia halagadora en la industria petrolera que, además, mejorará en los años siguientes.

Otros efectos económicos positivos de la expansión de Pemex se distribuyen también a través de las Finanzas Públicas. Tradicionalmente Pemex ha sido la empresa que en lo individual aporta un mayor volumen de recursos a la Hacienda Pública. Basta citar que en 1978 aportó 28,300 millones de pesos por concepto de impuestos a la producción, ventas internas y exportación.

Hasta 1982, Pemex, los contratistas de Pemex y la industria petroquímica, darán empleo a unas 50,000 personas de manera permanente y aproximadamente a otras 200,000 en forma temporal.

El crecimiento de la industria petrolera nacional y los recursos que provienen de las exportaciones permitirán el desarrollo de la industria de bienes de capital asociada al petróleo. Durante 1978, en que el sector industrial creció a una tasa del 10%, las ramas más dinámicas fueron la extracción y destilación del petróleo y la petroquímica

Estos indicadores permiten dar una idea de la importancia del sector petrolero como demandante de bienes de capital, materiales para construcción y generación de empleos.

Durante más de cuarenta años de existencia, Pemex ha logrado desarrollar una infraestructura técnica consistente, gracias a la cual ha obtenido una autosuficiencia sustancial en las áreas de explotación y exploración. En lo que respecta a la ingeniería básica de diseño se mantiene todavía una considerable dependencia frente al exterior. No así en lo referente a la ingeniería de detalle.

No obstante, la ingeniería básica nacional ya ha dado sus primeros resultados con la construcción de la refinería de Tula, Hgo.. En cuanto a la ingeniería de yacimientos utilizada por la empresa, la mayor parte es propia.

Pemex satisface el 90% de la ingeniería de construcción y operación petroquímica; el 30% de la producción de bienes de capital para la industria petrolera y el 20% de las tecnologías son de origen nacional.

"Los renglones en los que la dependencia del exterior es considerable no representan una transferencia al exterior del control sobre la industria petrolera, ya que se trata de adquisiciones de bienes y servicios en forma totalmente subordinada a Pemex.

-----  
\* Estado y Petróleo en México. Samuel I. Villar.- Foro Internacional 37, Colegio de México, Jul-Sept. 1979, México; p. 128.



Corresponde al Instituto Mexicano del Petróleo el realizar las actividades de desarrollo tecnológico de la industria petrolera, investigación básica de procesos, promoción industrial y asistencia técnica a Pemex.

A fines de 1976 el Instituto Mexicano del Petróleo - contaba con diez años de existencia y tenía 75 patentes. En el año de 1979 había acumulado ya 122 patentes.\*

La experiencia de Pemex a nivel técnico y administrativo, le permite disponer de los recursos humanos necesarios para llevar a cabo los objetivos de la industria petrolera.

Ante la perspectiva de una agudización de las contradicciones políticas y económicas en los países exportadores de petróleo, de los cuales depende el abastecimiento estadounidense de crudo para suplementar el consumo interno, el descubrimiento de importantes yacimientos petroleros en México adquiere relevancia estratégica. Dada la cercanía geográfica y la diversidad de relaciones económicas, raciales y políticas de nuestro país con el poderoso vecino del Norte, las discusiones en torno a la comercialización de petróleo y gas natural se plantean como un tema de gran interés para ambos países.

En el ámbito de los convenios internacionales multilaterales, la diversificación de compradores de nuestro petróleo favorece simultáneamente el comercio de otros productos y permite el establecimiento de vínculos que pueden

-----  
\* Pemex, Informe de Labores, 1979.

resultar valiosos en el campo de la transferencia de tecnología, de créditos, etc.

#### Petroquímica, Destilados y Gas Natural.-

La Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del petróleo es el marco legal que regula la industria petroquímica y la divide en dos sectores: básico o primario y secundario. Esta Ley asigna exclusivamente al Estado la actividad en el sector primario y establece la participación de la iniciativa privada en el sector secundario, con la restricción de que la Inversión Extranjera no exceda el 40% del capital social de las empresas.

#### i) Petroquímica,-

El dinamismo en la industria petroquímica ha sido su característica fundamental; en el período 1970-1977 la producción de petroquímicos presentó una tasa de crecimiento de 12%\*, muy por encima del promedio de crecimiento del sector industrial en su conjunto.

En los años venideros se espera una mayor expansión aún. El consumo de petroquímicos básicos registrará un crecimiento anual de 24.8% entre 1977 y 1982, en tanto que para el mismo período se espera una tasa de 17.3% anual en el consumo de petroquímicos secundarios. Dentro de esta última rama destaca la producción de fibras sintéticas y

-----  
\* Petroquímica en México, Noviembre 1978; 2° Congreso Latinoamericano de Petroquímica. p. 5, 7, 11.

de polímeros de estireno que entre 1970-1977 registraron las tasas más elevadas de crecimiento (22.5% y 15.7%, respectivamente), tendencia que debe mantenerse hasta lograr la autosuficiencia en dichos productos, antes de 1982.

El uso de los hidrocarburos como energéticos, definitivamente, no es el mejor. Es posible generar más riqueza a partir de los hidrocarburos en la industria petroquímica. La diferencia de el valor agregado en uno y otro caso es de 10 a 1.

Por ello, en la medida que sea posible sustituir el petróleo por otros energéticos, habrá más materia prima para fortalecer a una industria petroquímica altamente rentable.

Cada día se perfeccionan más los métodos para aprovechar industrialmente todos los componentes del petróleo. Mediante procesos sofisticados, la petroquímica nacional bajo control absoluto de Pemex, elabora actualmente 42 productos fundamentales para la economía, entre otros: azufre amoníaco, polietileno y etileno.

Al subsector de producción petroquímica, totalmente controlado por medio de Pemex, se le fijó como meta alcanzar el abastecimiento de la demanda interna entre 1981 y 1982 y llegar a contar con excedentes disponibles para exportación en 1982.\* Tal objetivo requiere, además de la producción de las 71 plantas petroquímicas actualmente en operación, la terminación de 32 plantas en construcción, 31 en ingeniería y 30 en proyecto.

-----  
\* Informe de Labores de Pemex, 1979.

La producción de petroquímica básicos se elevó en - 1979 a 7,839,823 toneladas, lo que representa 180,480 toneladas más que el año anterior. No obstante, en 1979 la balanza comercial del subsector petroquímico todavía presentó un déficit de 432.5 millones de pesos.

ii) Destilados.-

Durante 1979, la producción de energéticos derivados del petróleo permitió satisfacer 99.0% de los requerimientos internos (el 1.0% faltante se cubrió con importaciones de combustible y gas licuado). La producción de destilados no tiene perspectiva de lograr incursionar en los mercados internacionales en fecha próxima debido a la capacidad ociosa de refinación existente en diversos países y los elevados costos de transporte, hechos que determinan un reducido beneficio en la exportación de estos productos.

Por lo tanto, la ampliación de las instalaciones de transformación catalítica y purificación alcanzarán solamente el tamaño requerido para abastecer la demanda interna. No así las plantas e instalaciones de productos petroquímicos.

iii) Gas Natural.-

Las cantidades de gas natural que salen asociados con el petróleo son cuantiosas y plantean la cuestión de definir programas para aprovechar esa riqueza que durante muchos años ha sido quemada en la atmósfera por no haber considerado su valor como energético.

Desde 1978 México está técnicamente en condiciones de exportar gas natural a Estados Unidos. Ante esa perspectiva se realizó la construcción de un gasoducto de Cactus. Tabasco a San Fernando, Tamaulipas, con una longitud de 1096 kilómetros y un espesor de 48 pulgadas, capaz de transportar 800 millones de pies cúbicos por día, susceptible de aumentar su capacidad hasta 2,900 millones de pies cúbicos por día al ser instaladas 16 compresoras a lo largo del trayecto.

#### Transporte de Hidrocarburos.-

Las tres formas de transporte del crudo y sus derivados son:

- a) Por barcos-tanque, cuando se puede utilizar la vía marítima, lacustre o fluvial.
- b) Por tuberías y oleoductos.
- c) Por carros-tanques de ferrocarril o que transitan por las carreteras.

Los costos de movimiento de petróleo son muy diversos en los tres sistemas mencionados. El transporte por barcos-tanque es el más barato, sigue a éste el transporte por oleoducto y el transporte por carreteras o ferrocarril viene a ser el más caro de todos. Si se considera el costo de transporte en barco-tanque igual a uno, el costo de transporte por oleoducto sería 2.5 y el transporte por ferrocarril o en camión-tanque por carretera corresponde a 6 o 7 veces más.

El transporte del gas natural que brota asociado con el petróleo se realiza generalmente, por medio de gasoduc

tos. Ciertos componentes del gas natural son susceptibles de licuarse a presiones relativamente bajas, de tal forma que resulta posible almacenarlos en cilindros y transportarlos como los demás combustibles líquidos.

Aún cuando el 38,7% de la flota naval mercante de México correspondió a embarcaciones petroleras, Pemex solamente cuenta con 34 unidades con capacidad de 5.1 millones de barriles. \*

En 1979, los volúmenes de petróleo transportados mediante los servicios de transporte marítima y fluvial ascendieron a 139,1 millones de barriles. En cuanto a embarcaciones y tecnología de exploración marítima la dependencia respecto a embarcaciones norteamericanas especializadas en esa actividad fue casi absoluta.\*\*

En los años recientes el transporte y distribución de petróleo, gas natural, gas licuado y productos derivados ha crecido a altas tasas anuales, como consecuencia de la explotación de los nuevos campos. Las redes de oleoductos y gasoductos que se distribuyen en las zonas productoras y consumidoras, representan una alternativa eficaz para la -transportación del crudo y sus derivados.

El troncal Sur-Centro, proveniente del Sureste, de la red nacional de gasoductos, abastece de gas natural a la -región del Altiplano Central y Guadalajara. El gasoducto

-----  
\* Importancia de los Hidrocarburos..." op. cit.

\*\* Pemex, Informe de Labores, 1979.

del Sistema Troncal Nacional de Gas de Cactus, Chis, a los Ramones, N.L., abastece el consumo de gas natural de Veracruz y Tamaulipas. El sistema Norte distribuye la producción de los yacimientos gaseosos del Noreste (Tamaulipas).

Actualmente la red de oleoductos en operación permite el abastecimiento de materia prima a las refinerías del Sistema Nacional de Refinación así como la exportación, mediante la terminal de exportación en Pajaritos, Veracruz.

Los poliductos permiten la transportación de productos destilados de las refinerías a las zonas de consumo con ahorros considerables en cuanto a costos.

En términos económicos, la red nacional de ductos es desde el punto de vista del sistema de transportación de hidrocarburos y sus derivados, una magnífica solución a las crecientes requerimientos de conducción de los productos, por sus reducidos costos, eficacia y seguridad. De ahí la importancia de darle un importante impulso a su ampliación.

#### Ingresos de Pemex.-

La fuente de ingresos más importante para Pemex son las exportaciones de crudo, diesel, amoníaco, y metanol. Durante 1979 se obtuvieron 100,766 millones de pesos por concepto de exportaciones.

En ese año, los ingresos totales del organismo ascendieron a 259,026 millones de pesos, de los cuales tan solo 72,749 millones (28% del total) correspondieron a ventas internas y 74,654 (39% del total) a financiamiento externo

proveniente de diversos mercados financieros. El financiamiento externo mostró un incremento de 45% respecto al año anterior, principalmente como consecuencia de la ampliación del programa de inversiones. El financiamiento neto fue de 33,849 millones.\*

Los ingresos en divisas obtenidos mediante las exportaciones de petróleo no han bastado para hacer frente a los requerimientos de inversión destinados a la expansión de la industria petrolera. Para disponer de los recursos de inversión que implica llevar a cabo su expansión, Pemex se ha visto en la necesidad de recurrir durante los últimos cinco años, al financiamiento externo en una proporción equivalente al 30%.

En 1978 la contratación de crédito externo realizada por Pemex representó 22.4% de las disposiciones totales de crédito del Sector Público.

"Pemex es la empresa paraestatal que más recurre al endeudamiento externo... (es) la empresa petrolera con mayores compromisos de deuda externa en el mundo, por arriba incluso de Exxon y la British Petroleum."\*\*

El servicio de la deuda externa de Pemex representa un alto porcentaje del servicio de la deuda externa total del Sector Público ya que entre 1970 y 1978 alcanzó 36%. No obstante, en 1982 la deuda externa total de Pemex será de 1,478.3 millones de dólares, lo que significa una reducción de 1,559,3 millones de dólares respecto a su deuda

-----  
\*\* Pemex, Memoria de Labores, 1979.

\*\* Comercio Exterior, Vol. 29, No. 8, Agosto de 1979, p. 842



externa total hasta diciembre de 1977, gracias a los crecientes volúmenes de petrodólares asignados al pago de la deuda externa del organismo y al financiamiento de los programas de inversión.

Para conocer la evolución del endeudamiento externo, la Subdirección de Análisis y Evaluación Financiera de Pemex realizó una proyección sexenal.

ENDEUDAMIENTO EXTERNO DE PEMEX  
(millones de dólares)

AÑO	MONTOS
1977	1,228
1978	1,868
1979	1,617
1980	1,177
1981	358
<u>1982</u>	<u>99</u>
TOTAL	6,347

El gobierno de México ha sometido su economía a los rígidos controles estabilizadores impuestos por el Fondo Monetario Internacional, que en el renglón de endeudamiento del Sector Público sugerían en el Convenio de Facilidad Ampliada (1976) que no superará los 3,000 millones de dólares anuales durante 1977-1979.\*

FUENTE: Dirección Gral. de Inversiones Públicas de S.P.P.  
1979,

Las contrataciones realizadas por Pemex han superado el 60% de ese monto.

La contratación de créditos se ha realizado bajo una política de complementación de los recursos internos existentes, acudiendo a diferentes fuentes de crédito para evitar la dependencia de una sola fuente.

#### Egresos de Pemex.-

La explotación de Hidrocarburos ha adquirido una importancia muy grande dentro del programa de Inversión Pública en el sector industrial. Petróleos Mexicanos se ha convertido en la entidad paraestatal que absorbe la mayor cantidad de recursos de inversión en el Programa de Inversiones Federales desde hace varios años. A través de ese programa en 1977 se destinaron a Pemex 30,600 millones de pesos en 1978, 66,266.6 en 1979 y en 1980 72,772, que representan el 24.1% , el 28.0% y el 23.5% del total.

Los egresos de Pemex durante 1979 ascendieron a 258,884 millones de pesos. En el renglón de gastos de operación se dispuso de 66,104 millones (25% del total), los impuestos pagados por Pemex al gobierno federal ascendieron a 47,014 millones (18% del total); 40,805 millones se asignaron a la liquidación de pasivos (16% del total); 15,006 millones correspondieron al pago de la deuda (5% del total); y 83,472 millones (32% del total) a gastos de inversión.

Ha sido planteada la conveniencia de que no se continúe indefinidamente la tendencia al crecimiento de las inversiones destinadas a aumentar la producción. Las instalaciones de extracción se ampliarán hasta alcanzar una capacidad de producción acorde con la política de mantener un margen razonable entre la producción y las reservas que asegure los requerimientos nacionales de hidrocarburos en el largo plazo. Esta plataforma ha sido fijada en 1980 en tre 2.5 y 2.75 millones de barriles diarios y representa medio millón de barriles diarios más que la plataforma de 2.25 millones de barriles diarios establecida en diciembre de 1976 como objetivo a ser alcanzado hasta 1982. Se preveía que en ese año las condiciones de una actividad más dinámica darían lugar a un agotamiento demasiado rápido de las reservas. Sin embargo, las exploraciones realizadas han incrementado sustancialmente las reservas probadas y la producción de yacimientos conocidos, además de las áreas tradicionales. Esta actividad, realizada principalmente en el área de Reforma, la plataforma marina de Campeche y el Golfo de Sabinas, ha permitido la ampliación de la plataforma de producción sin reducir el índice de confianza entre reservas probadas y producción.

El programa total de inversiones de Pemex durante 1979 ascendió a 83,472 millones de pesos superior en 33% respecto al año anterior.

#### La Situación Laboral de Pemex.-

La nacionalización de la industria petrolera en 1938 fue la resultante de un conflicto laboral de tipo económico planteado por el Sindicato de Petroleros cuyas conse--

cuencias últimas, al ser decretado improcedente el amparo solicitado por las compañías extranjeras, consistieron en la nacionalización, por causa de utilidad pública, de esta industria.

Los beneficios con que se ha recompensado a los trabajadores petroleros por el papel que desempeñaron en la nacionalización y en el posterior desarrollo de la industria petrolera, colocan a los trabajadores petroleros entre los más favorecidos o "de pauta".

Asegurar la prevalencia de los intereses nacionales - sobre los gremiales en el manejo y desarrollo de la industria del petróleo representa el seguimiento de los lineamientos dictados por el Presidente Cárdenas; ello no significa que sea deseable prever ni hacer retroceder el desarrollo organizativo de los trabajadores petroleros. El - Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana es una agrupación "de pauta" no solamente en los beneficios que recibe, sino también en la organización de granjas agropecuarias en distintas entidades de la República; dispone de importantes recursos que le permiten hacer accesible la adquisición de vivienda a sus miembros, así como construir escuelas y centros culturales.

#### Reservas de Petróleo en México.-

La recuperación económica del país a partir de 1976, ha sido impulsada en buena medida por la industria petrolera - gracias a los descubrimientos de importantes yacimientos petrolíferos en diversas zonas del territorio nacional. La magnitud de estos campos petroleros ofrece satisfacer no sola-

mente los requerimientos de consumo interno, sino también la disponibilidad de un amplio excedente para la exportación. Las reservas probadas al 31 de diciembre de 1979 - colocan a México entre los seis más grandes países petroleros en el mundo.\*

Durante los primeros años de la década de los setentas se realizó una intensa actividad exploratoria que implicó una importante utilización de recursos, en buena parte provenientes del crédito externo. No obstante, gracias a esas inversiones se llegó al descubrimiento de los enormes yacimientos del área de Reforma en Chiapas y Tabasco en 1972, con reservas estimadas totales de más de 8,000 millones de barriles, lo cual las coloca entre las principales provincias petroleras del mundo.

En 1975 las reservas probadas de hidrocarburos en México ascendían a 6,388 millones de barriles. En el transcurso del año siguiente, gracias a los resultados obtenidos en los campos de Chiapas-Tabasco, las reservas se incrementaron hasta llegar a 11,160 millones de barriles en diciembre. Para diciembre de 1977 los nuevos yacimientos encontrados y ciertos ajustes realizados en base a los volúmenes de recuperación, incrementaron las reservas probadas de hidrocarburos hasta 16,000 millones de barriles de petróleo equivalente. Al 31 de diciembre de 1978, se tenían probadas reservas de 40,194 millones de barriles. Durante el año siguiente se incorporan a las reservas

-----

\* En su IV Informe de Gobierno, el Presidente López Portillo dió a conocer las nuevas estimaciones de reservas probadas y potenciales, las cuales ascendieron a 60,000 y 250,000 millones de barriles respectivamente.

5,609 millones de barriles correspondientes a las regiones de Coahuila, Veracruz, la plataforma continental frente a las costas de Campeche y la región Chiapas-Tabasco. La exploración petrolera en la actual coyuntura y las nuevas directrices con que han sido organizados los trabajos permitieron comprobar la existencia de grandes yacimientos que al ser desarrollados con métodos de recuperación secundaria, representan un potencial explotable de 45,803 millones de barriles, al 31 de diciembre de 1979. En base a la producción obtenida en el año, de 784.3 millones de barriles, se calcula que durarán 58 años.\*

Las reservas de petróleo crudo representaron el 67.0% de total con 30,616 millones de barriles. El gas seco equivalente a crudo representó 12,243 millones de barriles correspondientes al 27% de las reservas probadas y el volumen de líquidos de gas fue de 2,944 millones de barriles equivalentes.

La evaluación y localización de las reservas potenciales, de acuerdo en los estudios geológicos realizados, demuestra la riqueza petrolera del subsuelo mexicano, ya que casi el 85% del territorio nacional presenta condiciones favorables al descubrimiento de yacimientos.

La magnitud de reservas comprobadas ha permitido revertir las tendencias a la dependencia externa en el abastecimiento de petróleo evidenciada a principios de los se

-----  
\* Pemex, Informe de Labores, 1979.

tentas, hacia la configuración de una economía exportadora de petróleo, si bien considerablemente diversificada en otras ramas industriales.

#### El Petróleo y la Superación de la Crisis.-

A partir de 1977 los ingresos obtenidos con las exportaciones de petróleo favorecieron una inflexión de las tendencias recesivas que se evidenciaron a fines del sexenio concluido en 1976. Desde 1973 la relación de la economía interna con el sector externo determinó la agudización de contradicciones entre fenómenos tales como la importante influencia de la inversión pública en el mantenimiento de un nivel de actividad económica aceptable y la creciente dependencia del crédito externo para financiar a lo largo de ese sexenio, todo ello en un ambiente de crisis económica internacional agudizada por el embargo petrolero de la OPEP. Junto a los peligrosos niveles de endeudamiento externo se presentó un desfase de la balanza de pagos que se vio agravado por fuertes presiones inflacionarias y condujo a la devaluación de 1976, después de más de dos décadas de estabilidad cambiaria.

Durante 1977-1978, los indicadores económicos presentaron una inflexión de las tendencias de la crisis y se inició la recuperación. El sector industrial creció aceleradamente debido a la dinámica de las ramas de petróleo y petroquímica que fueron las más activas en términos de recursos invertidos y exportaciones. En 1978 el PIB creció a una tasa de 6.5%, considerablemente superior a los cuatro años anteriores. Es posible, en buena parte, atribuir esa tasa de crecimiento a la actividad económica inducida

a través de la expansión del sector petrolero.

La Inversión Pública asignada al sector industrial durante 1978 fue de 111,633.2 millones de los cuales -- 66,266.2 millones, más del 50%, correspondieron a Pemex. A su vez, la participación de la Inversión Pública canalizada al sector industrial respecto a la Inversión Pública autorizada para el conjunto de la economía, representó el 47.21%.\*

Ello significa que la Inversión Federal en el sector petrolero fue equivalente a más del 25% del total en 1978 no obstante que en 1979 disminuyó al 23%.

La expansión de la capacidad extractiva, de procesamiento así como las instalaciones de conducción y almacenamiento, han permitido lograr la autosuficiencia petrolera del país y disponer de una plataforma de producción cuyos excedentes, después de satisfacer totalmente la demanda interna, se encuentran disponibles para ser exportados

En base a la plataforma de producción establecida, la demanda interna de petróleo no representa ningún obstáculo para realizar exportaciones que produzcan las divisas necesarias para continuar la industrialización y la modernización de la economía.

Así, el excedente de recursos derivados de las exportaciones de petróleo puede ser utilizado como un catalizador en la consolidación del aparato productivo nacional ya

-----  
\* FUENTE: Dirección General de Inversiones Públicas, S.P.  
p., 1979.



que las adquisiciones de capital fijo y tecnología imprescindibles para avanzar hacia la industrialización, serán financiadas en el corto plazo con petrodólares.

En este contexto adquiere relevancia el crecimiento observado por el sector productor de bienes de capital para el sector petrolero como consecuencia del importante volumen de adquisiciones de Pemex. A su vez, los efectos indirectos que se generan en el sector productor de bienes de capital para producir bienes de capital, representan un incentivo a la expansión industrial.

#### Exportaciones de Petróleo.-

Ha sido reiterado que como consecuencia del programa de exportaciones petroleras existe el peligro de que México se convierta en un país monoexportador. Las condiciones del sector externo influyen en ese sentido, ya que mientras la demanda por exportaciones de petróleo goza de una elevada elasticidad ingreso, la evolución del resto de las exportaciones nacionales es mucho más lenta.

El equilibrio del sector externo es indispensable para conservar la elasticidad monetaria interna, por lo que la vulnerabilidad que implicaría una dependencia monoexportadora debe ser evitada, en la medida de lo posible. Para ello, la diversificación y multiplicación y exportaciones y mercados de destino requiere desarrollar ventajas comparativas en la producción del sector primario y secundario, así como el fomento de las actividades turísticas que representan una importante fuente de generación de divisas.

No obstante que las exportaciones de petróleo y de productos petroquímicos generan cantidades considerables de divisas, las importaciones de productos refinados y residuales y de algunos productos petroquímicos en los cuales no se ha logrado la autosuficiencia requieren todavía la erogación de parte de esos recursos, por lo que solamente se consideran como ingresos netos del petróleo a la diferencia entre exportaciones e importaciones petroleras y petroquímicas.

Desde 1970, y por primera vez desde la nacionalización de la industria petrolera, su balanza comercial fue deficitaria. En ese año las importaciones fueron superiores a las exportaciones en 48.8 millones de pesos y la tendencia fue creciente hasta llegar a 3,605.3 millones de pesos en 1974.\*

En 1973 se elevaron los precios internacionales del crudo, hecho que coincidió con la reactivación de las exportaciones y con el inicio de la explotación de los yacimientos de Reforma, descubiertos en 1972. Gracias a ello, en 1975 el saldo de la balanza petrolera fue nuevamente favorable para el país.

En 1978, la contribución de las exportaciones petroleras al total de exportaciones de mercancías fue de 31.5%, lo cual comprueba la relevancia de los recursos petroleros en la situación del sector externo.

-----  
\* Revista de Comercio Exterior, Vol. 29, Núm. 8, Agosto de 1979, p.841.

En el mismo año las exportaciones de crudo por países tuvieron la siguiente distribución: Estados Unidos, 88.7%; Israel 6.1%; España, 3.7%; Puerto Rico, 0.3%; Canadá, 0.7%; Holanda, 0.3% y Japón, 0.2%. Para 1979 las ventas de petróleo crudo representaron 98.0% de las exportaciones totales de Pemex. En promedio se exportaron - - 532,835 barriles por día, lo que permitió un ingreso de - 87,659 millones de pesos en el año, por dicho concepto. La diversificación de países compradores incluyó en 1979, además de los mencionados para el año anterior, a otros - cinco países.\*

SALDO DE LA BALANZA PETROLERA 1970-1978\*

(Millones de Pesos)

AÑO	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES	SALDO TOTAL
1970	552.8	504.0	-48.8
1971	1,040.1	433.2	-608.3
1972	1,512.0	323.7	-1,189.2
1973	2,594.7	448.6	-2,146.1
1974	5,273.5	1,668.2	-3,605.3
1975	4,188.0	5,861.7	1,673.7
1976	3,415.7	1,002.2	3,587.1
1977	4,787.7	2,341.2	18,643.5
1978	6,997.2	40,259.2	33,262.0

Fuente: Comercio Exterior, Vol. 29, Núm. 8, Agosto de 1979, pág. 841.

\* Se incluyen crudo, productos destilados y petroquímicos.

APORTACION NETA DE DIVISAS DE PEMEX  
A LA ECONOMIA MEXICANA 1977 - 1982

MILLONES DE DOLARES

INGRESOS	41,247.4
(Subtotal)	
EXPORTACIONES	41,247.4
EGRESOS	11,381.4
(Subtotal)	
INTERESES	2,303.9
IMPORTACIONES DE PRODUCTOS PETROLE- ROS, PETROQUIMICOS E INSUMOS BASICOS	2,225.9
IMPORTACIONES DE BIENES DE CAPITAL	3,434.8
SERVICIOS DE ALQUILER	2,009.8
REGALIAS Y OTROS	<u>1,408.0</u>
T O T A L	29,865.0**

FUENTE: Comercio Exterior Vol., 28, Núm. 9, Agosto de 1979,  
Pág. 850.

\*\* NOTA: Esta cifra se ha modificado en el Plan Global de  
Desarrollo; sin embargo, no se especifica su composi-  
ción. Es probable que la diferencia pueda atribuirse  
a los criterios clasificatorios.

## Precios Internacionales del Petróleo.-

En el contexto del mercado mundial no se considera probable una reducción de los precios internacionales del petróleo en los años venideros.

Aún cuando los yacimientos recientemente descubiertos en el Mar del Norte y en Alaska han ampliado de manera considerable las reservas mundiales de hidrocarburos, la influencia que pueden ejercer sobre el precio mundial del petróleo es marginal, ya que su producción es de aproximadamente 3 millones de barriles diarios, frente a un consumo mundial de 60 millones. Si bien la tendencia del precio del petróleo es hacia la estabilización, resulta muy improbable una baja; por el contrario, se espera la regulación del mismo en seguimiento de las elevaciones de precios de los demás productos de comercio mundial, a fin de evitar el deterioro del poder adquisitivo de los países que lo exportan.

A partir del 10. de octubre de 1979, México fijó libremente el precio de 24.60 dólares por barril de crudo.\*

## Utilización de los Recursos Financieros Derivados de las Exportaciones de Petróleo.-

El hecho de que los recursos financieros obtenidos del petróleo forman parte del patrimonio social, es el principal motivo para orientar su asignación hacia aque-

-----  
\* Pemex, Memoria de Labores, 1979. p. 20.

llos objetivos que propicien un beneficio económico permanente a todos los sectores sociales.

Entre las alternativas planteadas se ha sugerido utilizar el excedente financiero de las exportaciones petroleras para aumentar las importaciones de bienes y servicios, lo cual propiciaría un crecimiento de la actividad comercial y evitaría presiones inflacionarias. Sin embargo, esta alternativa implica un obstáculo a la expansión, diversificación e integración de la planta productiva nacional. El excesivo proteccionismo que caracterizó las primeras décadas del desarrollo industrial, ha propiciado ineficiencias y deseconomía en la industria, pero una exposición repentina a la competencia externa tendría efectos negativos en vista de las ventajas de costos y las economías de escala con que operan las empresas extranjeras.

Ya que es factible que los beneficios de las exportaciones del petróleo traten de ser acaparadas por grupos nacionales o extranjeros que controlan el poder económico y, junto con ellos, los estratos sociales urbanos de altos ingresos, utilizando para ello las facilidades crediticias y tributarias a su alcance, se requieren definiciones concretas respecto a los objetivos sociales de mayor importancia

Los estratos marginales rurales y urbanos y las capas medias de escasos recursos, deben obtener la oportunidad de participar de los ingresos generados mediante las exportaciones de hidrocarburos. Para eso, es necesario que se deriven importantes recursos para la creación de empleos,

así como para realizar acciones que tengan efectos redistributivos del ingreso y que detengan la tendencia al incremento de los precios de los bienes de consumo que afecta el poder adquisitivo de los trabajadores con percepciones fijas.

Ha sido planteado que la caudalosa corriente de petrodivisas generadas, al ser asimilada por la economía tendrá efectos inflacionarios inmediatos como consecuencia de la limitada capacidad productiva interna, que no podría darse abasto para satisfacer una demanda de tal amplitud. Por lo menos, se ha dicho, tendería a profundizar la dependencia externa, ya que sería indispensable recurrir a las importaciones para complementar a la oferta interna. Si no se desarrolla la base industrial para responder a la demanda derivada de los recursos petroleros, al importar bienes de consumo y de capital se daría lugar a una transferencia al exterior de los efectos multiplicadores potenciales de este flujo financiero.

Sin perder de vista que la prioridad fundamental al decidir sobre la asignación de los recursos obtenidos del petróleo debe ser la creación de una base económica y social capaz de impulsar el desarrollo en forma sostenida aún después de que los yacimientos petrolíferos se hayan agotado, no se excluye la posibilidad de que parte de las petrodivisas se dedique a invertir en el extranjero en empresas multinacionales organizados bajo esquemas de cooperación regional.

Las inversiones en el exterior cumplirían la función

de atenuar los efectos inflacionarios de los excedentes fi nancieros sobre nuestra economía. Mediante este procedi-- miento utilizado en Venezuela, se logra mantener intacto - el stock de capital exportado, ya que si la tasa de benefi- cio obtenida sigue de cerca el crecimiento de los precios de los bienes de capital que los proyectos nacionales re- quieren importar, sería posible también, elegir el momento oportuno en que dichos recursos sean utilizados sin dete-- rioro de su poder adquisitivo original.

Otra alternativa para emplear las petrodívisas se ha definido como el pago adelantado de la deuda externa, lo - cual ofrece efectos deseables tales como mejorar la imagen del país ante el crédito externo y evitar los efectos in-- flacionarios. Si tasa de interés que se paga por la deuda externa es mayor que la rentabilidad de los proyectos de - inversión factibles, al financiar dichos proyectos en lu-- gar de cancelar la deuda externa se conserva una carga fi- nanciera injustificada. Sin embargo, no se debe perder de vista que comparar las tasas de interés pagado con las ex- pectativas de beneficio de los proyectos sería utilizar - una perspectiva microeconómica, ya que se trata de definir el beneficio global de la alternativa de invertir interna- mente los excedentes sin omitir el elevado grado de encade- namiento que presentan múltiples proyectos.



## CAPITULO V

### LA ENERGIA ELECTRICA

#### Generalidades.-

La energía eléctrica es un factor de desarrollo en la civilización moderna. La industria y los conglomerados urbanos utilizan el fluido eléctrico en una variedad tan grande de aparatos y sistemas que muy difícilmente podría ser suplido por otro tipo de energía.

Su aplicación a los sistemas productivos representan un aspecto característico de las sociedades industriales. En las ciudades, el consumo eléctrico de las familias ofrece ventajas que frecuentemente pasan desapercibidas porque han llegado a ser un aspecto cotidiano de la vida urbana. En el campo, la electrificación es un medio indispensable del progreso socio-económico. La elevación de la producción y la productividad agrícola y agroindustrial frecuentemente se encuentra condicionada por la disponibilidad de energía eléctrica. En el aspecto social, la electrificación rural lleva a la población campesina la oportunidad de disfrutar los beneficios del progreso, permite la difusión educativa y cultural y prolonga la jornada muchas horas después de que se ha ocultado el sol.

La tecnificación de las labores del campo, la gran diversidad de aparatos domésticos que facilitan las tareas hogareñas en la ciudad y la importancia de la energía eléctrica para el progreso de la industria, son razones que explican por qué la electricidad es un factor de desarrollo que no puede ser considerada como un servicio con fines -

distintos que ofrecer mejores condiciones de existencia a la población y favorecer el mejoramiento y la modernización de las actividades productivas.

El gran valor estratégico de la generación de electricidad para el desarrollo económico, explica los motivos - que condujeron al Ejecutivo Federal a tomar la decisión expropiatoria de la industria eléctrica anunciada al pueblo de México el 1° de septiembre de 1960.

Las crecientes demandas de consumo eléctrico que acompañan al desarrollo no podían haber encontrado respuesta - en las empresas privadas que por su naturaleza actuaban de terminadas por su intereses individuales.

Así, México se dispuso en 1960 a establecer el control de la industria eléctrica para beneficio del país. En ese año, el gobierno inició las negociaciones para la adquisición de las compañías que tenían a su cargo el suministro de energía eléctrica. Mediante la compra de acciones y la asimilación de pasivos pasaron a su posesión las empresas mayores, la Compañía de Luz y Fuerza y la American and Foreign Power Co.

Las empresas privadas que producían, transmitían y - distribuían la energía eléctrica se convirtieron en instituciones nacionalizadas que desarrollan su actividad con - una orientación de tipo social y dejaron de ser instrumento de beneficio para el capital privado para asumir la función de un servicio público básico en el sector energético que debía responder a las demandas de aumento de la capacidad instalada, de ampliación de las zonas de distribución y de fomento a la industria, los servicios y las activida-

des agropecuarias, así como elevar los niveles de vida de la población.

#### El Empleo y la Política Laboral en el Sector Eléctrico.-

Los lineamientos de política económica definidos para el desarrollo de la industria eléctrica mexicana se han expresado en el ámbito institucional en la forma de programas de crecimiento, administración y organización orientados por los objetivos de elevación de la productividad, mantenimiento de tarifas de subsidio a la industrialización y al consumo social y difusión de los beneficios del servicio eléctrico a todos los sectores de la población independientemente de la localización o del tamaño de las poblaciones. En el ámbito material, la dinámica expansión del sector eléctrico ha favorecido la integración de la industria nacional de bienes de capital a través de la demanda generada con sus proyectos, el desarrollo tecnológico, etc.. En cuanto al ámbito social, además de los enormes beneficios que reporta el servicio eléctrico, la industria eléctrica tiene un importante impacto ocupacional.

#### SECTOR ELECTRICO

##### NUMERO DE TRABAJADORES PERMANENTES (BASE Y CONFIANZA) DE OPERACION AL 31 DE DICIEMBRE.

Año	Base	Confianza	Trabajadores Permanentes
1971	28 341	3 105	31 446
1972	29 153	3 085	32 238
1973	30 798	3 356	34 154
1974	32 659	3 417	36 076
1975	34 004	3 561	37 565
1976	38 209	3 794	42 003

FUENTE: Estadísticas básicas del Sector Eléctrico, CPE, México, 1977.

El sector eléctrico genera empleos directamente para operar y mantener las instalaciones. Para verificar la construcción de plantas, tendido de líneas, instalaciones y redes de distribución que demanda el crecimiento del consumo de electricidad.

La política laboral seguida por la CFE y los sindicatos electricistas a partir de la nacionalización, ha sido orientada por el objetivo de integrar un solo contrato colectivo de trabajo que abarque a toda la industria.

Sin duda, el poder de conflicto que detentan los electricistas en virtud de su inserción en una industria de vanguardia ha dado lugar a la manifestación de divergencias ideológicas y políticas de gran trascendencia para el movimiento obrero, en la forma de enfrentamiento intersindicales para obtener la titularidad del contrato colectivo. No obstante, el carácter imprescindible de la industria eléctrica para el país ha exigido el planteamiento y solución de los conflictos en las condiciones de mayor moderación posible, sin llegar a ejercer el derecho de huelga, ya que en los momentos que se ha llegado a plantear dichas alternativas como táctica de lucha de los trabajadores, la prevalencia del interés nacional ha determinado la acción incautatoria del ejército,

Expansión e Integración de la Industria Eléctrica en México.-

Desde la nacionalización en el sector eléctrico se han instalado los más avanzados desarrollos tecnológicos. Con el fin de lograr economías de operación se han efectuado interconexiones de los sistemas regionales de produc-

ción y distribución. La automatización de la operación - administrativa y productiva de los sistemas ha permitido una utilización más racional de los recursos disponibles, con lo que se permite el empleo de unidades de potencia - cada vez mayor, lo cual incide en la reducción de costos de inversión y operación gracias a las economías de escala.

El sector eléctrico en el momento de su nacionalización agrupaba a 36 empresas eléctricas en el ámbito nacional, la mayoría de las cuales se integraron a la CPE. En el año de 1967, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público declaró a CPE con sus filiales una unidad económica y fiscal y por acuerdo presidencial se decretó la disolución de éstas.

No obstante que ha sido definido como objetivo del sistema eléctrico nacional lograr la integración total de los sistemas, esto no ha sido posible, debido a que antes de la nacionalización la construcción y equipamiento de las centrales eléctricas, se normaban por una idea localista de la generación del fluido eléctrico.

Este hecho dió lugar a diferencias en frecuencias, costos y en las capacidades de generación zonales y regionales que han significado un obstáculo para integrar al sector en un solo sistema.

Durante los trabajos encaminados a la integración del sector se hizo evidente la ventaja de la interconexión de sistemas, consistente en la transferencia del fluido eléctrico de un sistema con exceso de generación a otro con carencia de fluido.

El acontecimiento más importante desde el inicio de la interconexión de los sistemas, consistió en la decisión y ejecución de la Unificación de Frecuencias, ya que la capacidad en el sistema central y en algunas pequeñas áreas geográficas se surtía energía a 50 ciclos, y en el resto del territorio a 60 ciclos por segundo, lo que daba lugar a problemas en el uso de aparatos eléctricos.

En 1972 se creó, mediante decreto presidencial, un organismo autónomo denominado Comité de Unificación de Frecuencias.

Cinco años después se había alcanzado el objetivo deseado de lograr adaptar los aparatos domésticos e industriales y coordinar con la CFE el suministro a una frecuencia uniforme.

En 1937, año de la fundación de la CFE, la capacidad de generación eléctrica instalada en el país era de 628,980 Kilowatts.\*

A partir de la nacionalización de las empresas extranjeras en 1960, el sector eléctrico ha mostrado una rápida dinámica de crecimiento, la capacidad de generación instalada pasó de 2,308 Megawatts en aquel año, a 13,992 megawatts en 1978, o sea 6.06 veces.

Entre 1972 y 1978 la capacidad de generación instalada creció a más del doble; en esta notable expansión las plantas termoeléctricas han tenido una participación bastante mayor que las hidroeléctricas.

CAPACIDAD DE GENERACION INSTALADA  
EN EL SECTOR ELECTRICO NACIONAL (MW)  
1972 - 1978

AÑO	HIDROELECTRICA	TERMoeLECTRICA	TOTAL
1972	3,228	3,685	6,913
1973	3,446	4,280	7,726
1974	3,521	4,850	8,371
1975	4,044	5,786	9,830
1976	4,541	6,918	11,459
1977	4,723	7,369	12,092
1978	5,225	8,767	13,992

\* FUENTE: CFE, Evolución del Sector Eléctrico en México, 1978.

La expansión y mejoramiento de las redes de conducción y la construcción de nuevas plantas generadoras, han absorbido cuantiosas inversiones, que no siempre ha sido posible financiar con recursos propios o del Gobierno Federal. Desde sus orígenes las tarifas del sector eléctrico nacional han sido fijadas en base al criterio de subsidiar el consumo industrial y doméstico, lo cual las ha colocado por debajo de las tarifas existentes en otros países. Este hecho ha significado un importante apoyo al desarrollo y la industrialización del país. Sin embargo, como consecuencia de la función de subsidio al resto de la economía que ha desempeñado, el sector eléctrico ha operado con saldos deficitarios secularmente.

"De acuerdo con los estados financieros publicados en 1977 los activos de plantas, instalaciones y obras en proceso ascendían a 148 mil millones de pesos y los pasivos y

reservas sumaban 123 mil millones de pesos, es decir el 83% de los activos. De los ingresos del sector eléctrico únicamente el 38% se originó en la venta de energía, lo que da idea de la fuerte dependencia del crédito.\*\*

Entre las prioridades nacionales de desarrollo la expansión de la capacidad de generación de electricidad y su distribución reciben un considerable monto de la Inversión Pública autorizada. Entre los años de 1970 y 1978 la Inversión Pública autorizada para el sector eléctrico pasó de 4,147 a 29 mil millones de pesos, a precios corrientes; su participación relativa en la inversión federal asignada al sector de los energéticos, representa el 43,3% y 41,30.4%, respectivamente. En relación con la Inversión Pública total autorizada, para los mismos años, representa el 14.2% y el 12.6%,\*\*

En términos del PIB, la Inversión Pública canalizada al sector eléctrico en 1970 representó 0.99%, y en 1978, 1.4%; el gasto anual de explotación, también en términos del PIB significó en 1972 el 0.85% y en 1976 llegó al 1% (4,379 y 13,178 millones de pesos, respectivamente). Entre 1971 y 1976, los ingresos de ventas de fluido eléctrico aumentaron en forma considerable, pasando de 5,962 a 14,735 millones de pesos, o sea 2.47 veces.\*\*\*

-----  
\* Proceso de Integración de la Industria Eléctrica en México, Ernesto de la Peña C., CFE, 1979, México.

\*\* PIB y Gasto, Indicadores Económicos del B. de M., S.A.

\*\*\* Estadísticas del Sector Eléctrico, CFE, México, 1979, Cuadros Nos. 4, 13, 15 y 20.



Los activos fijos en operación casi se duplicaron entre 1971 y 1976, al pasar de 34,400 a 61,534 millones de pesos, con una tasa media de incremento anual de 12.7%, en tanto que la potencia de generación instalada creció en el mismo lapso 1.76 veces.\*

Las perspectivas de crecimiento futuro del sector eléctrico han sido planeadas en función de satisfacer las crecientes demandas de la población y del consumo intermedio. Para lograrlo el sector eléctrico tendrá, al finalizar este siglo, entre 6 y 8 veces la capacidad instalada actualmente. Será necesario que las fuentes de generación se diversifiquen, a fin de reducir la utilización de hidrocarburos a un nivel mínimo. Mediante la interconexión internacional de sistemas con Guatemala y Estados Unidos, se logrará optimizar el aprovechamiento de la capacidad instalada para enfrentar los picos de demanda de los tres países.

En cuanto a las adquisiciones de bienes de capital del sector eléctrico, tendrán el efecto de favorecer el desarrollo y la integración de la industria de bienes de capital en nuestro país.

Durante la primera mitad de la década de los sesentas el auge de la economía generó una demanda de electricidad que creció a una tasa cercana al 10% anual promedio. A partir de 1966 la demanda tuvo una tasa de crecimiento mayor que la de la capacidad instalada, la cual redujo en forma notoria la potencia de reserva disponible.

\* Evolución del Sector Eléctrico, en México, CFE, 1978.

Entre 1973 y 1976 la situación económica internacional alteró la estabilidad interna de precios y las tendencias recesivas redujeron la tasa de crecimiento del PIB - incluso por debajo de la tasa de crecimiento demográfico (2.2% y 3.5% en 1976, respectivamente). Esta situación redujo la tasa de crecimiento de la demanda de electricidad, lo que permitió nuevamente satisfacer los requerimientos sin reducir la capacidad de reserva.

#### Política de Precios de la electricidad

La CFE, desde sus orígenes en 1937, había estado orientada en sus políticas de tarifas por los objetivos de abastecer energía barata a las zonas desatendidas por las empresas eléctricas extranjeras.

Desde la nacionalización del sector eléctrico todo el sistema se ha normado por el objetivo de apoyar mediante subsidios la industrialización y el consumo social de electricidad.

El congelamiento de los precios en 1962, a pesar del incremento de los costos vía insumos (como materias primas, materiales, mano de obra y maquinaria) representó un subsidio considerable al sector industrial en un período de fuerte crecimiento de la producción y de la inversión en la industria.

Si se tiene en cuenta la paulatina disminución del poder adquisitivo de la moneda, el precio de la energía eléctrica ha crecido mucho más lentamente que el promedio de precios de los demás bienes y servicios.

En 1970 el precio de facturación promedio por cada ki

lo-watt-hora fue de 21 centavos, y en 1975 aumentó a 28 centavos o sea, 34%. En el mismo período los precios de los bienes y servicios producidos en el país experimentaron un crecimiento que elevó el promedio general de precios en 60%.\*

Las tarifas eléctricas vigentes en nuestro país son comparativamente más bajas que en países de mayor desarrollo económico, como los Estados Unidos y Europa Occidental.

Los resultados financieros de esa política de precios podían haber comprometido el desarrollo de la industria para satisfacer una demanda creciente de electricidad en los años venideros.

A fin de mejorar las condiciones financieras de la empresa se han realizado cambios administrativos y tecnológicos que buscan elevar la eficiencia y la productividad.

En el campo administrativo se pretende una organización que evite duplicidades funcionales, desviación de esfuerzos y errores de diagnóstico y planificación.

En el campo tecnológico se estudian alternativas que disminuyan los costos de operación, que aumenten la capacidad instalada y que mejoren la calidad del servicio eléctrico, para desempeñar la función de agente dinámico en el desarrollo económico que le corresponde.

-----  
\* "Proceso de integración de la industria eléctrica en México" p. 37 y 41. Ernesto de la Peña C., CFE, México, 1979.

En ese sentido se fomenta la investigación científica a nivel nacional y se promueve la cooperación internacional mediante la firma de convenios y acuerdos.

En el período 1970-1975 se elevó sustancialmente la productividad de la CFE. La facturación de energía por cada peso de inversión pasó de 18.5 centavos en 1970 a 22.8 centavos al final del período referido, lo cual representa 23.2% de incremento.\*

El incremento medio anual de la demanda durante los próximos 10 años será de 12.2%. Esto significa un requerimiento de 20 millones de KW. en 1982 y 40 millones de KW en 1988.\*

Para poder proporcionar el servicio eléctrico que el desarrollo del país demandará en los años futuros la CFE, ha elaborado un plan de ampliaciones en las instalaciones actuales y nuevas plantas generadoras de diversos tipos, denominado Plan Nacional de Obras e Inversiones del Sector Público (POISE) a fin de adecuar la capacidad de generación a los incrementos de la demanda que se prevén.

La demanda de electricidad en 1982 será un poco mayor del doble de lo generado en 1976, o sea que la demanda - que será necesario abastecer en 1982 será de 19,800 MW, con un margen de reserva del 20%. El incremento necesario es de 9,200 MW en 6 años será distribuido de la siguiente manera:

-----  
\* Plan de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico, POISE, CFE, 1980, México.

INCREMENTO DE CAPACIDAD ELECTRICA  
INSTALADA HACIA 1982

TIPO DE PLANTA	INCREMENTO (MW)	PARTICIPACION (%)
Hidroeléctricas	2,374	25.8
Termoeléctricas (hidrocarburos)	4,043	43.9
Termoeléctricas (carbón)	1,200	13.1
Nucleoeléctricas	1,308	14.2
Geotermoeléctricas	<u>270</u>	<u>2.9</u>
TOTAL	9,195	100.0*

FUENTE: POISE, CFE, México, 1979.

La capacidad de generación que se requiere para hacer frente a la demanda esperada en 1982 será obtenida mediante obras tan importantes como la hidroeléctrica de Chicoasén, Chiapas, que se empezó a construir hace varios años y que tendrá una capacidad de generación de 1,500 MW en 5 unidades; la nucleoeléctrica de Laguna Verde, Veracruz, que al finalizar la construcción de su primera etapa contará con dos unidades de 654 MW la termoeléctrica de Río Escondido, Coahuila, con capacidad de 1,200 MW; y las unidades geotérmicas de Cerro Prieto, en Baja California con 270 MW.

Los objetivos básicos del Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 1979-1988 consisten en abastecer la demanda en forma oportuna, integrar los circuitos Norte y Sur, y el saneamiento financiero de la CFE. Este último aspecto es esencial para fortalecer a la industria

eléctrica y para contar con un sector energético menos sujeto a la dependencia del crédito interno y externo. En 1979 se estimaba que los ingresos totales del sector se consolidarían de la siguiente forma:

34.0% recursos propios  
54.0% financiamiento  
12.0% aportaciones del Gobierno Federal.

De acuerdo con el POISE, para 1987 esta relación se verá modificar en forma sustancial:

59.6% recursos propios  
30.5% financiamiento  
9.9% aportaciones.

En el Plan Nacional de Desarrollo Industrial se plantea alcanzar una tasa de crecimiento de la capacidad eléctrica instalada de 14.2% anual entre 1979 y 1990. Lograr esa tasa de crecimiento implica una reducción de la capacidad de reserva disponible en los primeros años del período ya que posteriormente dependerá del adelanto en la construcción de las obras en proyecto.

De acuerdo con la Matriz e Insumo-Producto de 1970 del Banco de México y S.P.P., la industria eléctrica es una de las pocas ramas que tenían ingerencia en todos los sectores de la economía\*

Desde el punto de vista de los costos industriales la

-----  
\* Matriz de Insumo Producto, Banco de México, y SPP, 1976, México.

intensidad de la electricidad es mínima ya que menos del 2% en promedio, corresponde a electricidad.

El sector eléctrico es, dentro del Sector Industrial uno de los principales usuarios de bienes de capital, (equipos, aparatos y materiales que requiere para construir sus instalaciones). La política emprendida por el Gobierno Federal encaminada a incrementar la fabricación nacional de equipos y aparatos para sustituir importaciones, no solamente mejorará la balanza de pagos, sino que también contribuirá en forma decisiva a la generación de empleos.

Las importaciones de equipos del sector eléctrico pasaron en los últimos años del 57.0% al 43.0% del total de adquisiciones realizadas, lo que pone en evidencia que representa estímulo considerable para nuevas inversiones y empleos en el sector productor de bienes de capital\*

#### Hidroelectricidad.-

Existe la impresión de que la hidroelectricidad no cuesta nada y que por esta razón todas las caídas de agua deberían ser aprovechadas cuanto antes. Pero la verdad es que la energía así generada frecuentemente es más costosa que la termoelectricidad.

El potencial hidroeléctrico aprovechable en el territorio nacional se ha estimado entre 22 y 25 GW, lo cual representa una capacidad de generación anual de 83,000 GWh,

-----  
\* Dirección de Inversiones Públicas, SPP, 1979.

actualmente se utilizan solamente 4 GW que generan alrededor de 15,000 GWh al año.

El aprovechamiento de la energía hidroeléctrica es una de las alternativas energéticas más importantes que se utilizarán en forma extensiva en los próximos lustros por su carácter renovable y la "limpieza" de operación (dado que no produce desechos ni contaminación).

Existen algunas desventajas evidentes, como el hecho de que las cuencas con potencial hidroeléctrico se encuentran en la parte sur del territorio nacional, por lo que los costos de transmisión al centro y al Norte del país son elevados e implican considerables pérdidas de energía. Asimismo, el promedio anual de utilización de la capacidad de generación instalada en las presas es muy bajo por la dependencia que existe respecto a las variaciones estacionales del régimen pluvial y la inundación de superficies agrícolas de alta fertilidad lo que implica desventajas considerables.

La instalación de todas las plantas hidroeléctricas posibles antes del año 2000 podría aportar un 7% de la demanda de energía en el país para esa fecha. Con la construcción de los proyectos de Chicoasén y Peñitas sobre el río Grijalva y el Caracol sobre el río Balsas, se dispondrá de una capacidad eléctrica de 2,500 MW. Con los proyectos Itzantún, Copainalá y Bombaná II en Chiapas y San Juan Tetelcingo, se obtendrá un incremento de 1,300 MW.\*

\* "Energéticos" Boletín del Sector Energético, Agosto 1979, P. 26.



## Carboelectricidad.-

El carbón era utilizado anteriormente sólo en la producción de calor y fuerza por combustión directa. Desde hace algunos años se ha intentado "afinar" los combustibles carboníferos, es decir, transformarlos todo lo posible en productos que permitan un aprovechamiento más económico bajo la forma de combustibles líquidos o sustancias químicas de elevado valor comercial.

La afinación del carbón consiste en extraerle todas aquellas sustancias que pueden ser nocivas para su ulterior combustión. En el caso del coque, por ejemplo, se trata de eliminar el azufre que afecta el proceso siderúrgico en forma antieconómica.

De la afinación del carbón se obtienen los alquitranes, de los cuales se obtiene por destilación o por solvencia el fenol, la parafina y otros compuestos más.

Los carbones vegetales son cada vez menos utilizados como combustible. Es más bien la hulla o carbón mineral la que tiene gran interés industrial y energético sobre todo en las regiones donde es abundante y barata. Es el combustible mineral de mayor importancia económica.

Para apreciar la enorme cantidad de energía contenida en el carbón basta recordar que una tonelada de agua debe caer de una altura de más de un kilómetro para producir la energía equivalente a la que genera la combustión de medio kilogramo de carbón.

De 1980 hasta el año 2000 el consumo de carbón repre-

sentará entre el 26% y 27% del consumo energético mundial, hecho que demuestra su valor estratégico actual. Las reservas potenciales de carbón en el mundo en términos energéticos equivalentes podrían sostener los niveles actuales de consumo de energía derivada del petróleo, o sea el equivalente de 60 millones de barriles diariamente, por un período de 500 años. No obstante, antes de que el 20% de estos recursos se hubieran consumido como combustible el efecto de deterioro ambiental habría alcanzado niveles intolerables.

Aunque resultaría posible mitigar los efectos contaminantes en el agua y en la atmósfera mediante procesos tecnológicos adecuados, el efecto acumulativo de la presencia de dióxido de carbono en grandes cantidades en la atmósfera, representará serios peligros. Estos se debe a que el exceso de dióxido de carbono liberado a la atmósfera daría lugar a un sobrecalentamiento de la corteza de la tierra. Algunas zonas semiáridas posiblemente se transformarían en receptoras de intensas precipitaciones pluviales, pero las zonas agrícolas actuales se verían inevitablemente afectadas.

Otra desventaja del carbón en la generación de electricidad, consiste en que por el alto costo de transporte, las plantas carboeléctricas tienen que instalarse en las cuencas carboníferas. Esto se debe a que el contenido energético por unidad del peso es relativamente bajo, por lo que se hace necesario transportar grandes cantidades para abastecer una planta carboeléctrica.

Actualmente se ha logrado un desarrollo comercial de

aprovechamiento del carbón en forma gasificada o licuada con altos rendimientos energéticos; sin embargo, otras fuentes energéticas parecen tener ventajas económicas, en lo que se refiere a menores costos de operación y efectos contaminantes.

El total de reservas probadas de carbón en el país es de 1,000 millones de toneladas aproximadamente. Las estimaciones respecto al potencial carbonífero ascienden hasta 8,000 millones de toneladas. Con estas reservas se podría instalar fácilmente una capacidad carboeléctrica de 10,000 MW además de una generación de calor equivalente a 300 millones de barriles de petróleo al año, esta producción energética podría representar el 17.5% de los requerimientos energéticos del país en el año 2000.

Se ha comprobado una reserva de 480 millones de toneladas de carbón no coqueizable en la región de Puentes de Río Escondido, en el Estado de Coahuila. Ese enorme depósito carbonífero ha permitido la construcción de un importante proyecto carboeléctrico, con un consumo anual de 4.5 millones de toneladas y una potencia de 1,200 MW, que iniciará su operación en 1982.

En el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico se ha incluido el proyecto de una segunda planta "Carbón II" en Río Escondido con 900 MW de capacidad, cuyas tres unidades (de 300 MW cada una) entrarán en operación en los años 1985 y 1986.

La producción nacional de carbón fue de escasa importancia hasta la década de los sesentas, en que alcanzó un total acumulado de 30 millones de toneladas. El desarro-

llo de la industria siderúrgica ha sido el principal estímulo para la producción de carbón, que se elevó a 214 millones de toneladas entre 1970-1978 en respuesta a la expansión de la producción siderúrgica. Los yacimientos carboníferos conocidos hasta el momento presente aseguran una oferta de carbón, con un amplio margen temporal.

En los años venideros el desarrollo previsible de la industria carbonífera, tanto para la siderurgia como para la generación de electricidad, provocará la contaminación ambiental y atmosférica con las llamadas "cenizas volantes" y con las grandes cantidades de desechos. Por eso resulta indispensable estudiar las posibles soluciones para eliminar la contaminación carbonífera con anticipación a que se presenten consecuencias nocivas que sería posible evitar, principalmente en el área de la combustión, evacuación de desechos, óxido de azufre y otros.

Solamente los estados de Coahuila Sonora y Oaxaca se califican como regiones carboníferas. Solo Coahuila ha producido carbón mineral en cantidades considerables, principalmente para el consumo de la industria siderometalúrgica. No obstante, las perspectivas de que el carbón llegue a representar un energético fundamental en los años venideros en nuestro país, es consecuencia de las necesidades de diversificación de fuentes energéticas para el abastecimiento del creciente consumo energético del país así como de los descubrimientos de yacimientos carboníferos y de los cálculos más o menos elevados de las reservas potenciales. Seguramente este energético llegará a ocupar un lugar más importante en la oferta energética nacional; no obstante, sustituirlo sería una alternativa deseable en la

medida que se evitarían los efectos nocivos colaterales de su combustión.

#### Geotermia.-

La geotermia, se utilizó primeramente como calefacción ambiental industrial. Actualmente se utiliza también para generar electricidad.

El calor subterráneo parece tener su origen en la degradación de materiales radioactivos en el interior de la corteza terrestre. Cuando los mantos acuíferos se encuentran próximos a la zona geotérmica, se produce el afloramiento de "géisers" o chorros de agua hirviente y vapor - que revelan la presencia de zonas geotérmicas bajo tierra.

En México, los primeros estudios e investigaciones sobre el aprovechamiento de los vapores subterráneos para la generación eléctrica, se iniciaron en 1955 a lo largo del eje neovolcánico. En la zona de Pathé, al Oeste de la ciudad de Pachuca, se instaló en 1959 la primera planta geotérmica para la producción de electricidad en 1959.

El territorio nacional se caracteriza, desde el punto de vista geológico, por ser abundante en zonas del vulcanismo activo, de debilidad cortical y manifestaciones termales, especialmente en la Península de Baja California, - en la Sierra Madre Occidental, en el eje neovolcánico y en el Macizo de Chiapas.

Los estudios de evaluación que se llevan a cabo en esas zonas han permitido calcular una capacidad de genera-

ción eléctrica potencial de 20,000 millones de KWH anualmente, que al ser aprovechada en su totalidad podría permitir un ahorro de 37 millones de barriles de combustóleo por año.\*

Algunos sitios geotérmicos localizados que cuentan con posibilidades de aprovechamiento son: Ixtlán de los Hervores, Lago de Cuitzeo, Los Negritos, La Primavera y San Marcos, en el Eje Neovolcánico, y Los Azufres en Michoacán, en la Sierra Madre Occidental.

Después de una década de trabajos exploratorios en la Península de Baja California en Cerro Prieto, se llevó a cabo la construcción de dos pequeñas unidades comerciales con 75 mil KW de capacidad instalada, de generación eléctrica a partir del vapor subterráneo. En los primeros meses de 1979 se terminó la construcción y se inició la operación de otras dos unidades (3 y 4).

UNIDADES GEOTERMICAS EN OPERACION  
(1980-1983)  
(C.P.= CERRO PRIETO)

		CAPACIDAD (MW)	CAPACIDAD ACUMULADA
En operación	C.P.I 1,2,3 y 4	150	150
1980	C.P.I 5	30	180
1981	C.P.II 1 y 2	110	290
1982	C.P.II 3	55	345
1983	C.P.II 4	55	400*

\* Revista Energía, Julio 1979; México; p. 171.

\* Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico, CFE, 1980.

La contribución actual de la geotermia a la satisfacción de los requerimientos internos de energía es todavía muy reducida (apenas mayor del 1%).

Los importantes avances realizados en México en lo que se refiere a exploración y explotación de la geotermia son aún incipientes para lograr un aprovechamiento eficaz de este energético dada la gran potencia disponible en el subsuelo en varias regiones del territorio nacional. Esto si se considera a la geotermia como un recurso natural no renovable, pero los últimos avances en el campo han demostrado la factibilidad de que el vapor endógeno sea un recurso renovable, lo cual elevará en forma extraordinaria el potencial energético de esta fuente.

En Cerro Prieto se explota una mezcla de agua y vapor que se separa al llegar a la superficie. El vapor se destina para la generación de electricidad y el agua que por el momento aún no se aprovecha, contiene diversas sustancias químicas como el cloruro de potasio (potasa) con una concentración de 0.37% y que puede recuperarse por flotación y por cristalización, con lo cual sería posible abastecer la demanda nacional de potasa que actualmente se tiene que importar (alrededor de 150 millones de pesos anuales) y tal vez, llegar a explotarse con beneficio para la balanza de pagos.\*

Energía Nuclear.-

La obtención de electricidad a partir de la fusión de

-----  
\* Revista Energía, Julio 1979, México, p. 38.

uranio es relativamente reciente; tan solo hace tres décadas que fue posible controlar una reacción nuclear en cadena, como resultado del avance tecnológico realizado en la fabricación de armas nucleares.

En el diseño de las condiciones físicas más adecuadas para que se realizara la reacción en cadena, se experimentó con uranio en diferentes concentraciones de su isótopo radioactivo el uranio -235 (U-235) inmerso en diversos medios.

El problema técnico más importante después de controlar una reacción nuclear en cadena para generación de calor, consistió en seguir un procedimiento que permitiera su transformación en electricidad.

En los primeros años de la década de los sesentas empezaron a instalarse plantas nucleoelectricas comerciales en Inglaterra, Alemania, y los Estados Unidos.

El costo de un reactor nuclear para generar electricidad en la actualidad asciende a varios miles de millones de pesos. Se requieren miles de años hombre para verificar los sistemas de seguridad y la construcción del mismo es enormemente laboriosa a fin de evitar cualquier posibilidad de fallas de ingeniería, una vez que se inicia la reacción nuclear.

La construcción de una planta nuclear llega a tardar hasta diez años debido a la complejidad de sus instalaciones y la precisión de funcionamiento requerido en todos los sistemas del reactor antes de iniciar su operación.



Debido a los elevados costos inherentes a la construcción de una Planta Nucleoeléctrica se hace indispensable la - proyección de la demanda con un alto grado de confiabilidad.

Si se compara desde el punto de vista económico el - costo del combustible nuclear, respecto a otros energéticos, la energía nuclear resulta bastante más barata (el - KWH generado por medios nucleares es más económico que el generado con carbón o combustóleo en más de un 20% y 30%, respectivamente).\* Pero es necesario balancear las ventajas inmediatas con los problemas de almacenamiento de los desechos radiactivos de los cuales conservan sus propiedades letales a lo largo de miles de años.

Existen dos tipos fundamentales de reactores que generan energía eléctrica mediante la desintegración del átomo: térmicos y reproductores. Los primeros trabajan con agua pesada, agua liviana, gas y grafito, etc.\*\*

Los reactores refrigerados con agua pesada utilizan - como combustible fundamental el uranio natural. Este tipo de reactores derrochan una gran cantidad de materia prima, ya que de una tonelada de uranio solamente se utilizan - unos 5 Kgs. del isótopo U-235, por lo que solamente pueden funcionar con eficiencia en los países que cuentan con - abundantes reservas de uranio.

-----

\* Bases para una Política de Energéticos, Ponencia del Dr. Arnulfo Morales Amado, INEN, 1978.

\*\* Revista Energía, Julio 1979; p. 39.

En cuanto a los reactores reproductores, la ventaja principal consiste en la utilización más eficaz del combustible, mientras que su principal diferencia consiste en no aminorar la velocidad de movimiento de los neutrones, de ahí su denominación "reactores de neutrones rápidos". Este tipo de reactores aumentan decenas de veces la utilización de los combustibles nucleares en comparación con los reactores térmicos, por lo que resultan decididamente más económicos. Aún cuando la construcción de reactores reproductores requiere mayores gastos que la construcción que los reactores térmicos, la diferencia en el monto de la inversión se compensa en gran medida por la disminución de los gastos destinados al combustible. En muchos países ya se obtiene energía eléctrica de reactores reproductores. (URSS, EE.UU., Inglaterra, RFA, Francia, Japón, etc.)

#### La Energía Nuclear en México.-

A mediados de la década de los cincuentas, nuestro país se incorporó a las naciones que estudian y desarrollan la energía atómica. Así, por Decreto Presidencial del 19 de diciembre de 1955, se creó la entonces Comisión Nacional de Energía Nuclear, que en 1972 se transformó en el Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN); en enero 29 de 1979, al desaparecer el INEN surge la empresa pública - Uranio Mexicano (URAMEX), organismo público descentralizado del Gobierno Federal que tiene por objeto ser el agente exclusivo del Estado Mexicano para explorar, explotar, beneficiar y comercializar minerales radiactivos y combustibles nucleares (esto último, una vez satisfechos los requerimientos que dicte el desarrollo energético nacional) y,-

encargarse del reprocesamiento, almacenamiento, así como de la eliminación de los combustibles nucleares irradiados . En nuestro país, el uso exclusivamente pacífico del uranio se limita a la generación de electricidad, ya que ninguna industria lo utiliza para otros fines en volúmenes cuantiosos, a diferencia de los hidrocarburos, que pueden utilizarse en la industria petroquímica además de ser quemados como combustible.

Las actividades realizadas por URAMEX, en el territorio nacional han permitido establecer la localización de las primeras mineralizaciones uraníferas en formaciones geológicas de diversas entidades federativas.

Se han localizado yacimientos en el área de Sonora en una franja orientada predominantemente de Norte a Sur de aproximadamente cien kilómetros cuadrados con minerales primarios y secundarios de uranio, frecuentemente asociados al cobre, la plata y algunas fosforitas.

En Durango y Chihuahua las localizaciones uraníferas están estrechamente vinculadas en sus aspectos geológicos a formaciones magnéticas. Esta es actualmente la primera zona uranífera en importancia en el país. Existen otras regiones en las cuales se ha comprobado la presencia de yacimientos uraníferos.\*

Tal es el caso de diversos estados de Norte a Sur, desde la frontera de Chihuahua con los Estados Unidos has-

-----  
\* Información proporcionada por la Dirección General de Energía Solar y Aguas Salinas, SAHOP.

ta Zacatecas y Aguascalientes; una franja de mil doscientos kilómetros de longitud por doscientos de ancho, abarca doscientos cuarenta mil kilómetros cuadrados dentro de la Sierra Madre Occidental.

En la región oriental del país existe una faja sedimentaria que cubre una amplia región de los Estados de - Nuevo León y Tamaulipas, en la cual se encuentran importantes depósitos uraníferos en una superficie aproximada de treinta mil kilómetros cuadrados.

En la región de Oaxaca, donde se localizaron los primeros yacimientos uraníferos en el país, hay formaciones geológicas dentro de una zona que se prolonga y cubre algunas áreas de Puebla, con características favorables de acumulación de materia radioactiva.

Hasta junio de 1978 el Instituto Nacional de Energía Nuclear había localizado y determinado reservas probadas - de diez mil toneladas de óxido de uranio y las estimaciones del potencial uranífero del Estado de Chihuahua indican que las reservas probables podrían alcanzar a ~~100,000~~ 100,000 toneladas.\*

La consideración de los bajos costos de generación de electricidad mediante energía nuclear, ha dado lugar a la construcción de la planta nucleoelectrónica de "Laguna Verde", Veracruz, cuya capacidad instalada será de 1,308 MW que iniciará su primera etapa de operación en mayo de 1982

-----  
\* Información proporcionada por la Dirección General de Energía Solar y Aguas Salinas, SAHOP.

La importancia de la autodeterminación tecnológica en el sector nuclear se hace evidente en situaciones tales como el embargo de uranio enriquecido decretado contra México por el gobierno estadounidense en 1978, a pesar de que en los términos de contrato firmado varios años antes con seis grandes compañías norteamericanas no se especificaba ningún derecho de visita, inspección o supervisión de las instalaciones de Laguna Verde. No obstante en la Ley de no Proliferación Nuclear promulgada en ese año en Estados Unidos, se estableció que todos los posibles compradores de combustible nuclear deberían someterse a las normas de vigilancia previamente mencionadas. Aún cuando los contratos de abastecimiento de combustible nuclear fueron previos a la Ley de No Proliferación Nuclear, ésta fue aplicada con efectos retroactivos y dió origen al embargo de combustible nuclear destinado a Laguna Verde; por ciertas causas de fuerza mayor se había demorado la terminación de algunas etapas del proyecto, lo cual hacía imposible iniciar la operación de la planta, pero quedó demostrada la dependencia tecnológica y sus graves efectos en el sector nuclear. De ahí la importancia que tiene el desarrollo integral de una tecnología nuclear nacional en lo que se refiere a plantas y equipos, enriquecimiento del combustible y disposición adecuada de desechos radioactivos.

El costo del servicio de enriquecimiento del uranio ha aumentado fuertemente en el transcurso de los últimos años y es previsible, según algunas proyecciones de costos que dicha tendencia continúa. Por lo tanto, los reactores nucleares de uranio enriquecido son un factor de dependencia en la política energética del país.

Además, el elevado costo de las plantas enriquecedoras (aproximadamente 4,000 millones de dólares), reduciría bastante la rentabilidad del uranio para la generación de energía eléctrica.

Se ha mencionado la posibilidad de participar en un consorcio internacional de enriquecimiento de uranio; este proyecto, denominado COREDIF, auspiciado por la Comunidad Económica Europea y en menor medida por Irán, propone la construcción de una planta de enriquecimiento en la cual México participaría con una inversión de mil millones de pesos y tendría que absorber la quinta parte de la producción proyectada.

También sería factible adquirir tecnología y reactores en algunos países como Canadá y la India, los cuales han desarrollado una tecnología de reactores nucleares que utilizan uranio natural (no hay necesidad de enriquecimiento). Este tipo de tecnología requiere de otro insumo de difícil obtención, aunque no tanto como el enriquecimiento de uranio: el agua pesada. El procedimiento de agua pesada (consistente en sustituir el hidrógeno del agua común por deuterio) aunque no es sencillo, es más accesible.

El costo tan elevado del servicio de enriquecimiento de uranio ha colocado a los reactores que utilizan uranio enriquecido (como Laguna Verde) en desventaja de costos - ante los reactores tienen ventajas técnicas adicionales como la producción de plutonio en cantidades mucho mayores - que los reactores de uranio enriquecido; el plutonio, a su vez, es empleado como combustible en los reactores de cría. Además por su diseño, los reactores de uranio natural pue-

den recargar su combustible sin interrumpir su operación; en cambio los reactores de uranio enriquecido necesitan - apagar y destapar el reactor para hacer la recarga, lo que interrumpe su operación durante más de 60 días.

Ha sido establecido que los costos totales de generación son menores para el reactor de uranio natural. Además, el consumo de uranio es de 20 a 30% menor que en el reactor de uranio enriquecido\* y después del desarrollo de la primera generación de uranio natural, sería posible disponer aproximadamente del doble de plutonio por año para la segunda generación de reactores rápidos de crfa. La superioridad técnica y económica de los reactores de uranio natural hace deseable su utilización en el ulterior desarrollo de la industria nuclear en México.

La energía nucleoelectrónica resulta más barata que la generada en cualquier otro tipo de termoeléctrica. Esta afirmación está comprobada en la experiencia de aquellos países que ya tienen una o varias plantas nucleoelectrificadas en operación.

"Los costos del KWH de origen nuclear son ligeramente más bajos que los correspondientes al KWH generado con carbón y considerablemente más bajos que los correspondientes al KWH obtenido en una planta que quema derivados del petróleo.... La planta nuclear cuesta aproximadamente 1.4 veces más de lo que cuesta una termoeléctrica. Pero el combustible nuclear resulta mucho más barato que el carbón o el petróleo (de acuerdo a su poder calorífico)".\*

-----  
\* Revista Energía, Año 1, núm. 3, México, Noviembre, 1978.

Es muy importante no perder de vista el hecho de que los proyectos nucleoelectricos toman diez años en realizarse. Tanto la infraestructura humana como tecnologica implican periodos de maduración más o menos amplios, por lo que la decisión de iniciar un programa nucleoelectrico que permita disminuir gradualmente la dependencia del petróleo como principal energético, es una decisión que no debe posponerse. No es congruente con la racionalidad económica "estar quemando cada vez con mayor intensidad las reservas de hidrocarburos, en lugar de uranio y vender el petróleo librado de ese destino. El programa nucleoelectrico sería autofinanciable y aún redituaría excedentes de capital para desarrollar industrias paralelas".\*

Hasta ahora el petróleo es el principal energético empleado en gran escala para satisfacer las necesidades de consumo de energía del país. No obstante, en la medida que la demanda de energía aumenta y los costos suben, así como crece el beneficio que se puede obtener al darle otros usos al petróleo, se plantea la necesidad de optar por fuentes alternativas de energía.

A corto plazo, la energía nucleoelectrica puede emplearse como un sustituto inmediato del petróleo y el gas natural en la generación de electricidad.

Por los posibles accidentes que puede implicar la utilización de combustible radiactivo, y el riesgo por almacenamiento de desechos que, en algunos casos tardan miles de

-----  
\* Revista Energía, Año 1, núm. 3, México, Noviembre. 1978.



años antes de perder su letalidad, se ha difundido un inquietante fenómeno social de rechazo de la expansión nuclear en algunos países.

Sin embargo, las técnicas de prevención de accidentes en plantas nucleares se han desarrollado ampliamente desde que se inició la operación comercial de plantas nucleares para la utilización pacífica de la energía del átomo. En ningún caso ha habido accidentes que hayan provocado directamente la muerte de alguna persona.

El progreso de la civilización requiere vastas fuentes de energía. Las alternativas de producción de energía deben considerarse desde una perspectiva económica en la cual la utilización de la energía nuclear para fines pacíficos, como ha sido reiteradamente delineada en la política nuclear de nuestro país, es una alternativa viable que permitirá reducir la dependencia de otras fuentes energéticas en el mediano plazo. La elevación a rango Constitucional de la propiedad de la nación y aprovechamiento exclusivo de los combustibles nucleares para la generación de energía nuclear y la expedición de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear al 16 de noviembre de 1978, la función que corresponde al sector nuclear en la preservación de la independencia económica ha quedado institucionalizada.

La nacionalización del petróleo y de la electricidad han señalado una pauta a seguir en la definición de la soberanía política y económica del sector energético en el país. El papel predominante que desempeña el sector energético en lo económico es indiscutible, y a la energía nu-

clear corresponderá una participación creciente en el abastecimiento de energfa eléctrica en los años próximos.

La participación de la energfa nuclear en el abastecimiento energético del próximo cuarto de siglo en México, - será reducida. Esto se debe a circunstancias tales como - la limitada disponibilidad de elementos técnicos especializados y la inexistencia de una industria nuclear integrada en cuanto a la producción de bienes de capital, como son - los reactores y enriquecedores de combustible atómico.

Sin embargo, la importancia estratégica de la energfa nuclear en el futuro, "hace necesario comenzar a sentar - las bases materiales y humanas que requiere el desenvolvimiento de la industria nuclear."\*

Algunos parámetros de los cuales México tendrá que - elaborar el proyecto de su desenvolvimiento nuclear, son:

- 1) Dentro de la estrategia de desarrollo del sector - energético, la energfa nuclear representa un campo de interés en el cual debe existir la mayor libertad de acción y autonomía tecnológica posible frente al exterior.
- 2) El desarrollo de una industria nuclear nacional - comprende tanto la obtención del combustible como su procesamiento y la maquinaria necesaria para la obtención de energfa utilizable en forma convencionio

-----  
\* "La Alternativa Nuclear en México", Lorenzo Martfnez, Cuadernos Polfticos No. 16, Abril-Junio 1978.

nal (reactores y generadores eléctricos de alta capacidad)

- 3) Es necesario un empleo racionalizado de los recursos naturales radiactivos del país.
- 4) En cuanto a las perspectivas de desarrollo de los reactores, el Programa Nucleoeléctrico Nacional - debe enfatizar la selección de tecnologías con mayores perspectivas de aplicación e implementación.

Serfa conducente a los objetivos deseados, destinar una cantidad suficiente de los recursos del petróleo para consolidar una infraestructura tecnológica e industrial capaz de permitir la integración de la industria nuclear.

En los países industrializados el desarrollo tecnológico de las plantas nucleares previo a la utilización de esta fuente energética en la producción comercial de electricidad tuvo la desventaja del largo período necesario, del orden de 20 años, para llegar a su maduración. En nuestro país es necesario tener en perspectiva que esta vía, si bien representa la posibilidad de construir una industria nuclear totalmente independiente, serfa desventajosa, dado que la demanda de energía nucleoelectrica se presentará a corto plazo como consecuencia de la alta tasa de crecimiento del consumo energético que produce la industrialización del país.

Una segunda vía que se plantea consiste en adquirir totalmente las plantas nucleoelectricas disponibles para su venta en algunos países desarrollados (EE.UU., Canadá,

R.D.A., etc.) con dicha alternativa se obtendría la ventaja de que en breve plazo se podría disponer de esta fuente para satisfacer la creciente demanda nacional de electricidad. La desventaja, evidentemente, consistiría, además del elevado costo, en que sería desperdiciada la oportunidad de desarrollar internamente la tecnología nuclear, la industria de bienes de capital asociada y los recursos humanos para su manejo y ulterior expansión.

Por lo dicho, se concluye que sería mejor encontrar una alternativa, intermedia que sin desatender la demanda de consumo inmediata, permita crear una infraestructura humana y tecnológica que posibilite la gradual disminución de la dependencia exterior en materia nuclear.

La definición de un plan nucleoelectrico nacional debe basarse en un estudio detallado de las proyecciones de demanda de energía eléctrica en el corto, mediano y largo plazo, con lo cual sería posible determinar el número y tipo de reactores que resultarían económicamente operables - en función de las perspectivas de desarrollo de las demás fuentes energéticas.

Si el problema nucleoelectrico nacional efectivamente se orienta hacia una alternativa intermedia, se haría necesario contemplar en forma simultánea tanto adecuado el desarrollo de los organismos gubernamentales y del sector industrial privado especializados en la producción de bienes de capital para la industria nuclear, como la realización de una evaluación minuciosa de las ofertas que países como Francia, Suecia y Canadá hacen en materia de transferencia tecnológica y ventas de reactores, todo esto a fin de mini

mizar costos, lograr una mayor participación nacional en el contenido de las adquisiciones de bienes de capital e inducir el desarrollo integral de la industria nuclear nacional para fines pacíficos en el mediano y largo plazos. Esto aportaría beneficios adicionales como son: la creación de una infraestructura tecnológica y de recursos humanos especializada en la fabricación de equipos de alta calidad y precisión.

El desarrollo de recursos humanos para la implementación de un programa nucleoelectrico integral es un aspecto básico, sin el cual sería imposible llegar a implementarlo. El subprograma de formación de profesionistas nucleares debe tomar en cuenta "tanto el personal necesario para la construcción y operación de las plantas nucleoelectricas, como la demanda del personal que también participa, directa e indirectamente"\*... (exploración y explotación de minerales uraníferos, fabricación de materiales y equipo, investigación y desarrollo de procesos, etc.)

#### Otras Aplicaciones de la Energía Nuclear.-

En México las aplicaciones que se han hecho de la energía del uranio se limitan exclusivamente a la generación de electricidad, ya que hasta el presente ninguna industria la utiliza para otros fines, a diferencia de los hidrocarburos que pueden ser utilizados tanto en la producción petroquímica, como quemados en forma de combustible.

-----  
\* La Industria Nuclear en México, INEN, 1978, p. 46.

No obstante, la energía nuclear ya ha encontrado aplicaciones en áreas diferentes a la nucleoelectricidad. Además de ser un área con extensas fronteras, el costo que implica la mayor parte de las aplicaciones alternativas de las radiaciones y los radioisótopos, es en... "varios miles de veces menor que el requerido en el campo nucleoelectrónico."\*

Los proyectos más importantes de aplicación de la energía nuclear en nuestro país en el corto plazo se mencionan a continuación en forma general:\*

1.- Proyectos en la agricultura.

a) Control de plagas. Mediante el empleo de radioisótopos y radiaciones se posibilita la determinación del grado de infestación de las cosechas, así como la esterilización de machos, con la ventaja de no dejar efectos contaminantes y no provocar el surgimiento de resistencias a los plaguicidas.

b) Fitomejoramiento. Las radiaciones ionizantes han sido aplicadas como agentes mutagénicos para ampliar la variedad genética de las especies vegetales a fin de obtener mejores rendimientos y fortalecer su resistencia a los agentes biológicos y climáticos que las afectan.

c) Mejoramiento de suelos y bioquímica agrícola - Las investigaciones fitobiológicas que han sido efectuadas con el empleo de isótopos radiactivos pueden proporcionar

-----

\* La Energía Nuclear en México, INEN: 1978, pp.73 a 77.

resultados benéficos en la solución de problemas como la eficiencia y adecuación en el uso de los fertilizantes, medición de la densidad y humedad del suelo, etc.

## 2.- Proyectos en la Industria.

a) Conservación de alimentos. La tecnología de las radiaciones nucleares podría solucionar en buena medida el problema del aprovechamiento de las reservas alimenticias mundiales evitando el desperdicio.

b) Mejoramiento en la calidad de las fibras vegetales, la tecnología nuclear tiene viabilidad de ser aplicada en el mejoramiento de las fibras vegetales.

c) Esterilización. (De material médico), quirúrgico, etc.)

d) Trazadores radioactivos en fluidos. Esta técnica se hace posible medir gastos en canales de riego, detectar fugas en presas, tiempos de tránsito en gasoductos etc.

## 3.- Proyectos de Salud.

a) Diagnóstico y tratamiento médicos. Estas aplicaciones tienen gran utilidad en la detección y curación de enfermedades de diversa índole (radioterapia, pruebas funcionales, gammagrafía).

b) Preservación del medio ambiente. Las técnicas nucleares (espectrometría, análisis de absorción atómica,

etc.) tienen gran utilidad en la detección y cuantificación de fuentes contaminantes y elementos dañinos para la salud en el agua potable y los alimentos, etc.



## CAPITULO VI

### ALTERNATIVAS ENERGETICAS

Tendencias de los Precios Internacionales de los Energéticos.-

Los precios del petróleo durante las décadas recientes se fijaron muy por debajo del resto de las fuentes energéticas disponibles en términos de su potencial calorífico, lo cual tuvo como efecto un lento desarrollo de procesos tecnológicos orientados a sustituirlo.

Hasta antes de 1973, los bajos costos que representaba el consumo de la energía proveniente de los hidrocarburos habían ejercido una presión al descenso sobre los precios de otros tipos de energéticos. A partir de ese año, el sentido de la influencia sobre los precios ha sido a la inversa pues como consecuencia del alza de los precios del petróleo al finalizar el embargo de la OPEP, también se elevaron los precios de los demás energéticos.

En los Estados Unidos, por ejemplo, se suscitó el fenómeno de incremento de precios de los energéticos alternativos como resultado de las adquisiciones masivas de ciertas industrias y consumidores a quienes se planteaba la elección entre distintas fuentes de energía como una decisión solamente condicionada por los niveles de costos.

Entre 1973 y 1974 (en tanto que el precio de los hidrocarburos más que se duplicó) el precio promedio del carbón se elevó de 8.50 dólares a 15 dólares por millar

de pies cúbicos.\*

Estas tendencias de aumento de los precios de los energéticos alternativos se mantuvieron a lo largo del año siguiente. En lo que se refiere a la generación de energía eléctrica el incremento de precios de los hidrocarburos representó una elevación de los costos de dicho consumo de 7.6 miles de millones de dólares, en 1973, a 14.1 en 1974. Como consecuencia, la tasa de crecimiento del consumo eléctrico que se había conservado por encima del 8% en los años previos, en 1974 fue igual a cero.\*

La rapidez con que se desarrollan nuevas fuentes alternativas de energía está condicionada por diversos factores de orden político y económico. Las consideraciones políticas que en los años recientes han adquirido mayor relevancia en los planes de desarrollo y utilización de fuentes alternativas de energía, se plantean en torno a las técnicas de evaluación de las consecuencias ecológicas y de los niveles de dependencia que implica la importación de procesos tecnológicos de otras naciones.

En el aspecto económico, cabe señalar el caudaloso volumen de inversiones que requiere la investigación y desarrollo de nuevas fuentes de energía, así como los costos que representaría la modificación de los procesos productivos orientados al consumo exclusivo de hidrocarburos en el presente.

Cuando existe la posibilidad tecnológica de usar in-

\* Encyclopedía of Energy, Mc Graw-Hill, 1976, pp.41-42.

distintamente uno u otro energético, la selección se verifica en función de factores diversos, como: la disponibilidad del material, su precio abastecimiento, la comodidad de su manejo, la facilidad de transporte, la estabilidad de su oferta, etc.

Cuando existen limitaciones tecnológicas del consumidor para emplear más de una fuente energética, la evolución de la demanda de energía se hace compleja. "Aunque el carbón, el gas natural y el petróleo, son fuentes en esencia intercambiables, considerados como energéticos primarios, cada uno de ellos tienen usos para los cuales resulta insustituible." \*

Los costos de producción y distribución de petróleo crudo son muy variables de una zona geográfica a otra. En tanto que algunos yacimientos tienen elevados índices de recuperación primaria y bajos contenidos de azufre, y en consecuencia, bajos costos de extracción y destilación (p.e. el Golfo Pérsico y la zona del mesozoico en Chiapas y Tabasco), existen otros (p. e. los yacimientos submarinos en la zona noroccidental de Europa) cuyos costos son hasta diez veces mayores.

Los costos de generación de electricidad también muestran amplios márgenes de variación: "una unidad de energía eléctrica obtenida a partir del gas natural o del combustible, cuesta unas cuarenta y cinco veces lo que una unidad de energía primaria útil, obtenida bajo la forma de petróleo bruto. La energía eléctrica obtenida a partir de ura-

-----  
\* Encyclopedia of Energy, McGraw-Hill, 1976, pp.41-42.

nio por fusión, tiene un costo aproximado de cien veces - el costo de la energía útil bajo la forma de gas natural o de petróleo bruto".\*

Los bajos niveles de precio que mantuvo el petróleo - durante un siglo impulsaron gradualmente su empleo en sustitución de otros energéticos como el carbón y la madera.

Asimismo, sus características como fuente de alto contenido energético han hecho posible la construcción del motor de explosión cuyo carácter sumamente versátil se ha - utilizado tanto en el transporte (automóviles, camiones, turbinas, etc.) como en la maquinaria industrial).

Modificar la dependencia del petróleo y sus derivados como principal fuente energética implicaría una reorganización tecnológica del aparato productivo difícil de llevarse a cabo sin enormes costos. No obstante, evitar quemar el petróleo hasta que se haya agotado equivale a preservar un recurso de un elevado potencial económico que tanto como combustible o materia prima para ser transformada por - la industria petroquímica podría dar lugar a una gravosa - dependencia exterior como ha sido la experiencia de las - economías industrializadas que dependen de su importación.

Ante la perspectiva de un agotamiento de las reservas petroleras existentes en el subsuelo se plantean aspectos prioritarios de la política mundial de energéticos como la racionalización del consumo y la implementación de alternativas energéticas que permitan una gradual transición del

-----  
\* Encyclopedia of Energy, McGraw-Hill, 1976, pp 41-42.

petróleo a otras fuentes. Ello resultará viable solamente en la medida que se de impulso a la implementación de programas de racionalización del consumo energético y de investigación tecnológica orientada a la explotación de nuevas fuentes de energía en un marco de cooperación internacional.

En cualquier previsión de la elasticidad de la demanda de energía, ya sea bajo un supuesto de abastecimiento abundante o escaso, se hace indispensable estimar la influencia de "la compleja interacción entre la estructura tecnológica instalada y los costos de obtención de los energéticos básicos"\* para proyectar diversos horizontes alternativos de producción de energía a partir de nuevas fuentes. (Ver cuadro 4 en el anexo).

Nota;

El calor y otras formas de la energía pueden ser medidas en Btu's (British Thermal Units) Un Btu es la cantidad de energía que se requiere para elevar la temperatura de una libra de agua (aproximadamente) 1° F. En el sistema métrico, la energía se mide en Joules (1 Joule= 1 Watt/seg). Hay 3412 BTU's en 1 KWH por lo que 1 Btu=1055 joules.

Contenido aproximado de Energía para Fuentes Seleccionadas.

Carbón	12,500 Btu/libra
Petróleo crudo	5,800,000 Btu/barril
Gas Natural	1,035 Btu/pie cúbico
Hidroelectricidad	3,412 Btu/KWH

\* Revista Energía, marzo 1979, p. 35.

## Alternativas Energéticas en México.-

La participación de los hidrocarburos en el consumo energético nacional que en 1975 alcanzó casi el 86% de la energía total consumida, debe considerarse como una dependencia dispensiosa de nuestros recursos naturales no renovables.

Los recientes descubrimientos petrolíferos en diversas zonas del territorio nacional permiten preveer que en el futuro próximo esta situación no habrá de modificarse en forma importante: el futuro energético inmediato del país seguirá basado principalmente en el petróleo.

No obstante, pueden destacarse diversos aspectos que apoyan a una política de racionalización del consumo de hidrocarburos:

1) La utilización de los hidrocarburos en la producción de petroquímicos genera un valor agregado mucho más alto que en el caso de su combustión como energéticos.

2) Su precio de exportación representa una importante fuente de divisas que se requieren para apoyar al proceso de industrialización del país.

3) La disponibilidad de hidrocarburos para exportación favorece la posición negociadora del país dado el alto valor estratégico que tienen en el comercio internacional de materias primas.

4) El desarrollo e implementación de fuentes energéti

Las alternativas seguramente no podrá satisfacer el aumento de la demanda energética, por lo que el consumo nacional de energía seguirá dependiendo de los hidrocarburos en forma considerable cuando menos hasta el año 2000.

Hasta hace algunos años el diagnóstico energético del país evidenciaba la urgencia de iniciar rápidamente el desarrollo de fuentes energéticas alternativas. Con los descubrimientos petrolíferos se ha modificado el carácter urgente y se ha dado paso al replanteamiento del problema.

Resulta prioritario fortalecer con recursos financieros y humanos el área de investigación y desarrollo de fuentes energéticas alternativas, puesto que la inminencia de un agotamiento de los hidrocarburos en la primera mitad del siglo XXI representa un plazo perentorio en el cual - la transición a otras fuentes de energía debe ser gradualmente progresiva.

Esto no significa el empleo indiscriminado de tecnologías previamente desarrolladas en otros países. Más bien se pretende desarrollar los cuadros de recursos humanos -- que sean capaces de asimilar y adoptar las nuevas tecnologías a las realidades nacionales.

El aprovechamiento racional de los recursos energéticos del país requiere de una elaboración precisa de objetivos y programas, tanto en la definición y desarrollo de las fuentes de generación, como en lo que se refiere a los patrones de consumo.

## El Programa Nacional de Energía.-

El Programa Nacional Energético se inserta en el marco general de los lineamientos del Plan Global de Desarrollo que plantea metas concretas a 1990 y con un horizonte de referencia al año 2000.

En el contexto de la planificación nacional y del Programa Nacional de Energía, la producción energía no se considera un objetivo en sí mismo, sino como una palanca para el desarrollo. Específicamente los recursos naturales, - los hidrocarburos, deben considerarse un instrumento para el fomento industrial del país.

Los objetivos específicos que establece este Programa son: garantizar el abastecimiento oportuno y adecuado de energía para enfrentar los requerimientos del desarrollo económico integral e independiente del país; racionalizar el uso de los energéticos y diversificar sus fuentes primarias dando particular relevancia a las de origen renovable diversificar las fuentes de energía primaria, con especial énfasis a los recursos renovables; integrar el sector energético al resto de la economía del país; conocer con mayor precisión los recursos energéticos del país; y, fortalecer el desarrollo de la infraestructura tecnológica capaz de optimizar el aprovechamiento de los recursos energéticos existentes en el territorio nacional.

El diseño de una política energética apoyará la transición de la economía mexicana de la presente situación de dependencia de los hidrocarburos para consolidar la economía y alcanzar un alto grado de autodeterminación finan-



ciera, hacia una etapa de industrialización sostenida.

La expansión económica que sería capaz de responder a los requerimientos de dar empleo a una población que crece con tasas anuales muy altas implica necesariamente un consumo creciente de energía.

De acuerdo con el Programa resulta imprescindible propugnar por acrecentar la duración de las reservas de hidrocarburos e implantar una estructura de producción y consumo de energía que facilite la transición gradual y ordenada a una situación de escasez de hidrocarburos en el mundo

Las cuantiosas reservas de hidrocarburos que existen en el subsuelo de México, lo colocan entre los cinco primeros lugares entre los países del mundo.

Para abastecer la demanda de energía necesaria a fin de alcanzar las metas propuestas en el PNDI para 1985 y 1990 y simultáneamente generar un excedente exportable de 1.5 millones de barriles diarios y 300 millones de pies cúbicos de gas, la producción de petróleo sería de 3.5 millones de barriles diarios en el primero de esos años y de 4.1 millones de barriles diarios en el segundo. La de gas natural ascendería a 4,300 millones de pies cúbicos y 6,300, respectivamente.

El Programa de Energía establece la política de refinación más adecuada en respuesta a los cambios que se esperan en la composición del petróleo mexicano que va a las refinerías, ya que durante la primera mitad del decenio de los ochenta el crudo pesado irá ganando participación en -

el total a costa del ligero. A partir de 1984 las proyecciones del Programa señalan los incrementos necesarios de capacidad de refinación para lograr abastecer el consumo nacional de petrolíferos ligeros.

Ello implica la realización de importaciones proyectos cuyas demandas constituyen una gran oportunidad para desarrollar la industria de bienes de capital.

Como un efecto adyacente a la elevación de los niveles de producción de petróleo y gas, será necesario realizar inversiones considerables para optimizar el sistema de conducción y distribución de productos primarios y derivados del petróleo. En este renglón, también, el volumen de adquisiciones de bienes de capital representará un importante estímulo a la integración nacional de la industria de bienes de capital.

i) Gas Natural.-

La expansión de la plataforma de producción en ciertas áreas implica una creciente extracción de gas. Si bien la quema de gas es hasta cierto punto inevitable por motivos técnicos, se propone en el Programa eliminar otras causas como:

- a) Falta de sistemas de recolección en los campos.
- b) Por limitaciones en la capacidad del procesamiento
- c) Por inexistencia de capacidad de transportación.

El Programa establece una reducción paulatina de los coeficientes técnicos de liberación a la atmósfera lo que -

permitirá restringir dicho desperdicio a un máximo de 3 por ciento respecto a la producción bruta.;

Ante la eventualidad de que el gas asociado exceda la demanda interna más las exportaciones planeadas, el Programa se propone incrementar el consumo de gas propio del sector energético en lugar de combustóleo.

Tanto en el subsector de refinación de petróleo como en el de generación de energía eléctrica las posibilidades de sustitución son amplias y prácticamente inmediatas.

A corto plazo, el Programa plantea mantener inalteradas las proporciones de consumo actual de gas natural en el conjunto de combustibles industriales. Hacia mediados de la década se hará necesario favorecer un mayor consumo de gas natural.

#### ii) Carbón.-

De acuerdo con las previsiones del PNDI la demanda de acero aumentará de 8.5 millones de toneladas en 1979 a 23 millones de toneladas en 1990. Hasta la fecha, el bajo precio del gas natural ha hecho que el proceso siderúrgico basado en la reducción directa con horno eléctrico y gas natural sea más rentable que la opción alternativa de reducción mediante el alto horno con convertidor de oxígeno que utiliza carbón. La política de precios que establece el Programa disminuirá gradual pero constantemente estas ventajas que en cierta forma resultan injustificadas. Esto representará en el futuro un mayor peso de los criterios de eficiencia energética en la industria siderúrgica.

México, al igual que el resto del mundo, cuenta con reservas considerables de carbón, lo que permite preveer su menor costo por unidad energética que los hidrocarburos

El ritmo acelerado de crecimiento de la industria siderúrgica y la ampliación del programa carboeléctrico requieren, enuncia el Programa de Energía, asignar mayores recursos a la extracción de carbón.

### iii) Energía Eléctrica.-

El Programa de Energía prevee un crecimiento de la demanda de energía eléctrica entre 12 y 13 por ciento durante la década de los ochentas. Entre las naciones en desarrollo solamente Brasil y la India generan más electricidad que México.

Por sus dimensiones y tasa de expansión la industria eléctrica nacional puede instalar plantas a escala suficiente para disminuir los costos unitarios de generación y optimizar la eficiencia.

El Programa combina el objetivo de asegurar el suministro de energía eléctrica con la diversificación de las fuentes de generación primaria. Dado el elevado precio del petróleo crudo y del gas natural en el mercado internacional, la hidroelectricidad, la carboelectricidad la energía nuclear y la geotermia resultan más económicas que los hidrocarburos.

Es, por lo tanto, de elevada prioridad desarrollarlas conforme a su potencial participación en la oferta de elec

tricidad. En lo que se refiere a los recursos hidroeléctricos, existe una relación de 5:2:1 entre las reservas identificadas, las que se estima desarrollar para el año 2000 y los que se planea explotar hacia 1990.

Las características operacionales de la hidroelectricidad la hacen sumamente atractiva. Además, su expansión creará un vasto mercado interno de equipo apropiado para dichos proyectos. Todo lo anterior sugiere la conveniencia de impulsar el desarrollo del potencial hidroeléctrico del país.

El país está ubicado en un área privilegiada de la corteza terrestre por su potencial geotérmico. Parte del proceso de aprovechamiento de esta fuente utiliza tecnologías similares a las perforaciones petroleras, si bien presenta dificultades particulares.

En el Programa de Energía se establecen metas mínimas de aprovechamiento de este recurso que representarán 620 MW de capacidad de 1990 en lugar de los 150 MW disponibles en 1980. Sin embargo, la geotermia es una opción energética que en nuestro país madurará, desde el punto de vista económico, hasta la década de los noventa. Su potencial futuro dependerá del desarrollo tecnológico y la exploración que se verifique en el presente.

De ahí que el Programa proponga que en la Comisión de Energéticos se establezca un grupo de trabajo que analice las posibilidades del país en esta materia.

Además de las dos plantas nucleoelectricas que debe--

rán estar operando en 1990, el Programa se propone iniciar la selección de sitios y tecnologías para la ulterior expansión del sistema nucleoelectrico nacional cuyo objetivo al año 2000 es de 20,000 MW.

La energía solar ha recibido una atención especial y mayores recursos para su desarrollo en los años recientes Sin embargo, su utilización en gran escala se vislumbra to avía en el futuro.

A corto y mediano plazo su utilización representará solamente una aportación marginal a la oferta energética total.

La electrificación rural es la condición para disponer de bombeo de agua para irrigación, para el desarrollo de pequeñas industrias y para la elevación de los niveles de vida de la población en el campo.

En vista de las dimensiones mínimas de rentabilidad de los sistemas eléctricos en muchas circunstancias resulta incosteable, debido a la reducida magnitud del consumo, entender las redes nacionales de distribución eléctrica hasta las comunidades rurales, lo cual pone de manifiesto la necesidad de orientar los programas a la aplicación de tecnologías solares de pequeña escala adecuadas al medio rural.

La instrumentación del Programa supone, por su propia naturaleza, acciones directas. En el sector energético es tas son:

- Exploración, evaluación y explotación de recursos.
- Explotación racional de energía.
- Tributación para canalizarla a otras actividades (renta petrolera).
- Metas financieras compatibles con equilibrio presupuestal y expansión de las empresas paraestatales que operan en el campo de la energía.
- Comercio exterior
- Aspectos regionales
- Protección ambiental.

En el sector industrial las acciones delineadas son:

- Programa de fomento de ahorro de energía atendiendo a las posibilidades de cada actividad.
- Normas de eficiencia energética
- Cogeneración
- Flexibilidad en el uso de combustible.
- Industria alimentaria orientada a la producción de nutrientes con base en insumos no agropecuarios como proteína unicelular para consumo humano y animal a partir del metanol.

En el sector de transporte:

- Redes de transporte colectivo, las que contribuirán a realizar ahorros considerables de energía.
- Normas de eficiencia automotriz
- Medios alternativos de transporte (sistema ferroviario, infraestructura potencia y redes de ductos).

En el sector de bienestar social:

- Suministro eléctrico a regiones y grupos marginales.
- Subsidios.

En el sector doméstico y de servicios

- Se buscará moderar el dispendio energético como son el uso de aire acondicionado y calefacción por medio de diseños arquitectónicos que aprovechan mejor la ventilación natural.

La política de precios del Programa representa su principal instrumento de actuación indirecta. Entre otros fines, se empleará para impedir que los bajos costos de la energía favorezcan el dispendio de los combustibles y del fluido eléctrico.

En toda la extensión de dicho documento se da relevancia al requerimiento de un esfuerzo importante en materia de investigación científica y tecnológica.

En cuanto a su difusión será necesario una amplia difusión social de los objetivos y de los medios adecuados para alcanzarlos.

Las posibles nuevas fuentes de Energía en el Futuro.-

i) La energía de fusión.

La fusión termonuclear es la fuente de energía del -



sol y las estrellas. Es un proceso físico-químico que -  
consiste en la fusión de átomos de hidrógeno para formar -  
elementos más pesados, liberando al mismo tiempo cantida-  
des asombrosas de energía. Debido a que dichas reacciones  
solo ocurren a temperaturas extremadamente elevadas de ce-  
nas de millones de grados centígrados se les denomina reac-  
ciones termonucleares.

La conversión de un kilogramo de hidrógeno a helio li-  
berará una energía de aproximadamente  $4.5 \times 10^4$  joules o  
sea, una energía equivalente a la que se obtiene mediante  
la combustión de 80,000 barriles de petróleo.

"Hasta ahora el hombre simplemente ha recolectado la  
energía producida por la fusión almacenada en las plantas  
y en los combustibles, la cual originalmente se liberó por  
reacciones de fusión en lo más profundo del sol."\*

La energía de fusión se puede liberar mediante el con-  
trol magnético de los plasmas (gases ionizados a elevadas  
temperaturas) que permite contener, comprimir y calentar -  
el combustible para tratar de obtener la fusión controlada

Un segundo procedimiento consiste en calentar rápida-  
mente una pequeña cantidad de combustible antes de que ten-  
ga tiempo de expandirse y se produce una reacción de fu-  
sión.

La reacción de fusión que se ha logrado relativamente  
a bajas temperaturas es la de deuterio-tritio. Este sis-

-----  
\* Revista Energía, Enero 1979; PP.18-19.

tema, al funcionar a solamente unos cuantos miles de grados centígrados no aprovecharía al máximo las ventajas de la enorme densidad energética contenida en los plasmas. No obstante su costo sería semejante a la energía de fusión.

En México existe desde hace aproximadamente quince años, un grupo de científicos dedicados al estudio y desarrollo de la fusión nuclear controlada. Esta es, sin duda, una seria contribución a la independencia científica y tecnológica del país en la medida que haga posible su utilización como fuente de energía en un futuro no lejano. El desarrollo oportuno de esta nueva fuente energética de un potencial increíblemente grande dependerá del apoyo económico y la infraestructura técnica científicas necesarias.

Actualmente, la fusión nuclear requiere aún de importantes avances para su explotación económica. En el futuro puede llegar a ser una de las fuentes energéticas más baratas y abundantes, lo cual dependerá del avance en este campo tanto en otros países como en el nuestro; actualmente su disponibilidad se encuentra fuera de nuestras posibilidades económicas y tecnológicas.

#### ii) Alternativas Solares.

El uso masivo de las alternativas solares tendrá -- (energía maremotriz, eólica y la biomasa), viabilidad económica en México en el mediano plazo a medida que se logre desarrollar una tecnología adecuada y rentable.

En cuanto a la energía solar directa, por ejemplo, la

reducción de los costos de producción de las celdas fotovoltaicas harfa factible su rápida incorporación al panorama energético en el corto plazo, ya que la energía eléctrica así producida, resultaría competitiva ante otras alternativas.

En lo que respecta a la energía eólica y maremotriz la situación es semejante. La implementación de tales alternativas dependerá fundamentalmente de la rapidez con que los resultados de los estudios técnicos en la materia sean convertidos en tecnologías comerciales.

### iii) Energía Solar.-

Con el continuo incremento de las necesidades energéticas y el desgaste de las reservas mundiales de energéticos no renovables, en los años recientes la conversión directa de energía solar en electricidad se ha convertido en una fuente energética de importancia creciente. La energía solar no representa una alternativa energética de gran escala para hacer frente a la creciente demanda de energía en el país, pero puede ser la solución de los problemas energéticos de las pequeñas comunidades rurales.

La radiación solar que recibe la superficie terrestre presenta variaciones de intensidad causadas por factores climáticos geográficos y estacionales (por la inclinación del eje de la Tierra respecto al Sol). No obstante, la energía total emitida por el sol puede estimarse por la cantidad de energía que llega a nuestro planeta, salvo una ligera alteración producida principalmente por los gases

constituyentes de la atmósfera terrestre, los cuales dan lugar a la reflexión, dispersión y absorción de la radiación solar. Así, cada metro cuadrado de superficie terrestre recibe diariamente una cantidad promedio de 1 kilowatt (suficiente energía para encender 25 focos de 40 watts). En el lapso de un día la energía solar captada por los ecosistemas de nuestro planeta es equivalente a diez mil veces el consumo de energía derivado del petróleo, el gas natural y el carbón que realizan las máquinas del hombre.

Es de suponer que la humanidad decidirá en los próximos años favorecer la utilización de la energía solar para reducir la dependencia de combustible no renovables que en algunos años se agotarán.

Las propiedades de la energía solar hacen que para su aprovechamiento sea necesario disponer de instalaciones de captación y almacenamiento especialmente diseñadas. La difusividad de la energía solar requiere de extensas superficies de captación (mínimamente de 40 hectáreas por cada megawatt):

Un avance de importancia hacia la solución del problema de captación de la energía solar ha sido el descubrimiento de las fotoceidas solares. Con ellas es posible generar energía eléctrica con eficiencia y confiabilidad. Tuvieron su origen en el diseño de sistemas adecuados en tamaño y ligereza para naves espaciales. Resultaron muy útiles ya que proporcionaban la electricidad que necesitaban para mover sus aparatos y hacer funcionar sus comunicaciones.

La fotocelda absorbe energía del sol y la convierte directamente en energía eléctrica. El tipo de corriente eléctrica producida por las fotoceldas es igual a la que proporcionan las pilas o baterías de tipo químico.

La energía eléctrica generada se puede utilizar inmediatamente o bien almacenarse en acumuladores y de allí emplearla cuando se necesite.

La producción de electricidad al absorber luz, se debe a una propiedad de las sustancias que sustituyen las fotoceldas, conocidas como efecto fotovoltaico (o fotoeléctrico).

El almacenamiento de la energía solar requiere de voluminosas instalaciones ya que es necesario calentar 100 litros de agua de 20°C a 100°C para obtener la misma cantidad de energía que proporciona un litro de gasolina.

También se ha ideado una técnica para almacenar energía solar en forma de combustibles químicos. Podrían representar la mejor manera de almacenar energía solar, ya que tendrían la ventaja de poder ser transportados de un lugar a otro. A los niveles actuales de desarrollo tecnológico, la producción económica de combustibles químicos derivados de los rayos solares (por ejemplo hidrólisis que produce hidrógeno), es limitada.

Al comparar las plantas solares con las nucleares o termocarboeléctricas, se aprecia una mayor adecuación en la escala de las primeras para proyectos de desarrollo re-

gional con una demanda energética reducida, ya que las segundas se construyen en escalas mínimas de generación de 1,000 megawatts para obtener resultados económicos.

La escala relativamente pequeña de los generadores solares proporcionaría ventajas por la mayor libertad posible en el diseño de plantas y experimentación de procedimientos sin riesgos importantes. Además, constantemente se logran mayores economías en sus costos de operación, gracias al progreso tecnológico.

La utilización de fotoceldas y generadores solares, podría ser una gran ayuda para resolver algunos de los problemas energéticos que se presentan en gran número de pequeñas comunidades que se encuentran diseminadas en la República y que carecen de electricidad. En los casos que resulta más costoso llevar otro tipo de energía eléctrica la utilización de generadores solares fotovoltaicos se justifica totalmente, ya que se pueden obtener cantidades considerables de energía eléctrica mediante una transformación limpia y silenciosa de la energía solar. Por sus características tecnológicas, el uso de generadores solares permite un amplio rango de aplicaciones en diferentes sistemas eléctricos en base a una misma tecnología. Su fácil traslado e instalación, su larga vida útil, el hecho de no requerir combustible para su funcionamiento y no producir contaminación, hacen de este tipo de generadores una alternativa energética viable, desde el punto de vista económico, para generar en los años futuros una oferta de elevado valor estratégico en la satisfacción de la creciente demanda de energéticos que acompaña al desarrollo económico.

Nuestro país se encuentra ubicado dentro de la región de insolación máxima media, entre los 30° de latitud Norte y Sur, lo que lo sitúa en una región privilegiada desde el punto de vista de aprovechamiento de la energía solar.

La evaluación realizada mediante satélites meteorológicos indica que las regiones de la República que cuentan con mayor insolación corresponden a los Estados de Baja California Norte y Sur, Sonora, Chihuahua (parte), Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Yucatán, Quintana Roo, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León y Zacatecas.\*

Ciertas aplicaciones de la energía solar son ya económicamente viables, desde el punto de vista de la competitividad de costos entre diversos energéticos (tal es el caso de la calefacción solar, la arquitectura solar y el calentamiento de agua).

La conversión fotovoltaica se considera competitiva - en los casos que los requerimientos de energía eléctrica sean antieconómicos desde la perspectiva de las economías de escala implícitas en la termoelectricidad, hidroelectricidad, etc. Además, la tendencia a la elevación de los precios de otras fuentes energéticas paralelamente a la reducción de costos de materiales para generadores fotoeléctricos permiten prever una intensificación en su utilización para sustituir combustibles convencionales.

\* Fuente: Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas; Dirección General de Energía Solar y Aguas Salinas.

Desde la década de los sesentas se iniciaron trabajos e investigaciones en materia de energía solar en forma sistemática en nuestro país.

En 1973, sin duda en estrecha vinculación a la crisis mundial de energéticos, un interés creciente por la implementación de fuentes alternativas de energía dió lugar al Programa Solar Tonatiuh, que fue el mayor sistema de bombeo de agua con energía solar en el mundo, integrado por 17 plantas ubicadas en 16 entidades federativas con una capacidad de 2,000 m<sup>3</sup>/ día.

Desde 1978 se ha llevado a cabo el Programa Nacional para el Aprovechamiento de la Energía Solar, que comprende, entre otros, el Programa Tonatiuh.

El Programa Nacional tiene como objetivos básicos:

- Valorar y zonificar nuestro país en regiones de mayor insolación.

- Estructurar un plan maestro de aprovechamiento de energía solar que, mediante el análisis de las tecnologías más modernas, consistirá en adaptarlas a las condiciones reales de México.

El pronóstico elaborado en base a los lineamientos del Programa Nacional de Energía para el desarrollo de la energía solar en nuestro país, establece como imagen objetivo el aprovechamiento de la energía solar mediante su transformación en energía eléctrica y fuerza motriz, con



un 0.38 del consumo total en 1982, hasta alcanzar un 9.0% en el año 2,000.

iv) La Energía de las Mareas.-

La energía de las mareas es aprovechable mediante una tecnología que se encuentra todavía en sus primeras etapas. El único proyecto plenamente desarrollado y en operación en el mundo, es el de la planta maremotriz de La Rance, en Francia, inaugurada el 26 de noviembre de 1966 y cuya producción anual de 500 millones de kilovatios-hora anuales, durante cada uno de los 13 años que lleva de operar, con un costo de 12 centavos de franco por kilovatio-hora, constituye una evidencia de la viabilidad del sistema.\*

No obstante, se trata de una tecnología cuyo aprovechamiento solo puede darse en las condiciones excepcionales de ciertos lugares de la costa, en los que las mareas tienen una gran amplitud, ya que se requiere una diferencia de niveles entre la alta y la baja marea de cuando menos 5 metros. Adicionalmente, se requiere una configuración de la línea de la costa que permita formar una cuenca o vaso que pueda aislarse mediante una cortina en la que se instalan los dispositivos para la producción de energía, de manera similar a como se hace en la generación de energía hidráulica, mediante presas sobre las corrientes fluviales de tierra adentro.

-----

\* Información proporcionada por la Dirección General de Energía Solar, Aguas Salinas y SAHOP.

Los ciclos de mareas, dada su duración, no aseguran por sí solas una producción constante de energía a lo largo de todo el día, aunque la división interna mediante represas de un vaso de ese tipo, puede permitir una generación continua regulándose el paso, a distintas alturas, de la parte más alta del vaso a la parte más baja.

#### v) Energía Eólica.-

El hombre utilizó la energía eólica o del viento, desde hace muchos siglos, para mover sus embarcaciones, lo cual le permitió incursionar en nuevos territorios y ampliar sus relaciones culturales y comerciales.

Los vientos son producidos por las diferencias de temperatura de la atmósfera, que a su vez son causadas por el sol. Cuando los rayos solares irradian nuestro planeta, la atmósfera no se calienta uniformemente, ya que la latitud de los puntos geográficos produce distintos grados de inclinación y hace que en algunos lugares aumente más la temperatura (por ejemplo, en el Ecuador, donde caen casi perpendicularmente) que en otros (por ejemplo en los Polos que los reciben casi rasantes).

Las variaciones de la velocidad del viento se deben a diversos factores, tales como la superficie terrestre (la configuración orográfica de la región) debido al rozamiento que produce el aire al circular en corrientes.

La importancia de la energía eólica en la historia de la industrialización, es comparable a la de la energía hidráulica. Hasta el desarrollo de la máquina de vapor, a

mediados del siglo XVIII, esas fueron las únicas formas - de energía natural aplicadas a los procesos de producción.

En nuestro siglo, aunque los precios artificialmente bajos del petróleo y del carbón relegaron el desarrollo de otras fuentes energéticas a un segundo plano, en los años siguientes a la Segunda Guerra Mundial en los países industrializados se construyeron varias unidades eléctricas de propulsión eólica (con casi 4 mil MW de capacidad instalada).

La energía cinética del viento es proporcional al cubo de su velocidad multiplicado por una constante (que depende de la densidad del viento).

$$P/A = KV^3$$

Donde P es igual a potencia y A es el área o superficie de resistencia.

El valor energético del viento se mide en función de la velocidad, por lo que es esencial llevar un registro - constante de las velocidades (ya que existe una diferencia entre el cubo de la velocidad media y el promedio de los cubos de un conjunto de velocidades).

Existen dos problemas técnicos para la utilización - práctica de la energía eólica: la irregularidad y la intermitencia del viento. En el caso de la molienda de granos, bombeo de agua para uso agropecuario, etc., lo que interesa es el efecto acumulado al final de un período dado, pero - en la generación de energía eléctrica se requiere la insta-

lación de un sistema de almacenamiento de energía o una fuente alterna que permita evitar las discontinuidades.

En nuestro país en los últimos quince años se ha trabajado en el aprovechamiento de la energía eólica sin un programa coherente. El mercado potencial para esta fuente energética es excepcionalmente favorable (bombeo, para uso humano, pecuario y agrícola, aerogeneración eléctrica para alumbrado o comunicaciones, etc.). No obstante, - existe una marcada limitación de capital disponible para el desarrollo e implementación de la eoloenergética. Es necesario insistir en la participación de las agencias gubernamentales para apoyar tanto la infraestructura de recursos humanos, como la inversión requerida, a fin de lograr un aprovechamiento eficiente de la energía del viento.

Su aplicación en lugares donde es difícil suministrar energía eléctrica o abastecer combustibles tradicionales, la energía del viento tiene grandes posibilidades para ser usada, siempre y cuando haya corrientes eólicas constantes durante todo el año.

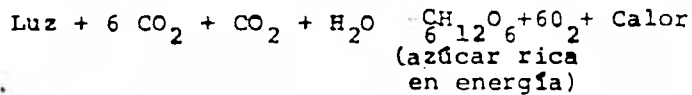
La construcción de generadores eléctricos a partir de la energía eólica permite ya en nuestros días, un eficiente aprovechamiento de esta fuente energética que puede ayudar, en parte, a resolver los requerimientos energéticos nacionales.

vi) Energía de la Biomasa.-

La biomasa es toda la materia vegetal y a la energía que genera cuando es ingerida o quemada, se le llama energía de la biomasa. Las diversas formas que presenta la biomasa pueden ser producidas o cultivadas para obtener la energía de biomasa (plantas, árboles, aceites vegetales, gases minerales, basuras, etc.).

La biomasa del planeta, captasolamente el 0.022% del aporte energético del Sol a la Tierra (del orden de  $42,543 \times 10^{12}$  cal/seg).\*

La siguiente reacción muestra la conversión de la energía solar a energía química, mediante la fotosíntesis:



En la reacción de combustión los carbohidratos liberan generalmente  $4.5 \times 10^6$  calorías por Kg.\* de materia seca. La celulosa es el material más abundante en la biomasa combustible y la energía liberada mediante la combustión de este material (4.5 millones de calorías / Kg.) es considerada representativa del valor energético contenido en la biomasa.

-----  
\* Boletín del Instituto de Investigaciones Eléctricas.  
Vol. 2, Núm. 6; p. 53.

En distintos países se han utilizado variadas formas de obtener energía de la biomasa. Por ejemplo, en la Gran Bretaña se produce electricidad a partir de la combustión conjunta de carbón de piedra y basura municipal; de manera simultánea se elimina una fuente de contaminación ambiental y se recupera el valor energético de la biomasa; en Brasil, el azúcar de caña se transforma en alcohol etílico - anhídrido (ya que es un combustible de más fácil manejo).

La biomasa representa una fuente energética de múltiples aplicaciones, adaptable tanto a la producción de energía en forma inmediata, como mediata.

La conversión de la biomasa en energía se verifica:

1) Mediante la combustión directa de materiales de biomasa (producción de calor y vapor), también llamada pirólisis.

2) Al convertir en moléculas ricas en carbono e hidrógeno aquellas que no contribuyen al valor energético de la biomasa. Este procedimiento, llamado hidrogenación, consiste en convertir los desechos orgánicos en hidrocarburos por medio de un tratamiento consistente en calentar el material entre 250 y 400°C y someterlos a presiones de vapor de agua y un catalizador. También se emplean los procesos de fermentación, aeróbica y anaeróbica, hidrogasificación, etc.

3) Al producir alimento para animales y efectuar el uso de los desechos que producen.

Estas tres posibilidades de utilizar la biomasa implican reacciones técnicas o biológicas.

Algunos de estos sistemas de conversión se emplean en nuestro país desde hace mucho tiempo y pueden ser utilizados en el control de la contaminación y la producción de calor (combustión de basura y madera). Otros, usados hasta fechas recientes a los procedimientos tradicionales en superar la producción de combustibles y fertilizantes (como la fermentación anaeróbica).

Las comunidades rurales y las agroindustrias podrían ampliar estos nuevos sistemas de aprovechamiento de la biomasa en el control de probables de contaminación, abastecimiento energético y de alimento para ganado, etc.

CUADRO 1  
(ANEXO)

EVOLUCION DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO DEL PAIS, DEL SECTOR INDUSTRIAL Y DE LA INDUSTRIA PETROLERA A PRECIOS CORRIENTES

(Variaciones Anuales en Por cientos)

AÑOS	P.	I.	B.	SECTOR INDUSTRIAL		TOTAL		INDUSTRIA PETROLERA		PETROLERA QUIMICA	
	PRECIOS CONSTAN TES DE 1960	PRECIOS CORRIEN TES.	PRECIOS CORRIEN TES.	PRECIOS CONSTAN TES DE 1960	PRECIOS CORRIEN TES.	PRECIOS CONSTAN TES DE 1960	PRECIOS CORRIEN TES.	PRECIOS CONSTAN TES DE 1960	PRECIOS CORRIEN TES	PRECIOS CONSTAN TES DE 1960	PRECIOS CORRIEN TES.
1970	6.9	11.7		8.3	12.3	10.0	7.5	10.1	7.7	8.8	5.5
1971	3.4	8.0		2.5	6.9	3.4	0.4	2.8	0.1	8.4	4.4
1972	7.3	13.3		9.3	15.1	8.9	11.7	7.9	10.5	17.0 <sup>1</sup>	22.8
1973	7.6	20.9		9.2	19.9	2.7	5.4	1.4	5.0	11.9	8.6
1974	5.9	31.3		7.2	36.2	14.0	61.8	14.3	60.6	18.4	71.7
1975	4.1	21.5		4.3	21.2	7.9	23.5	8.4	25.0	4.7	12.1
1976	1.7	24.2		3.3	26.3	10.6	19.6	10.9	19.8	8.8	17.2
1977	3.2	36.5		4.7	40.3	15.9	72.5	19.0	74.5	3.2	54.9
Incremento Promedio	5.0	20.9		6.2	22.3	9.3	25.3	9.4	25.4	9.4	24.7

FUENTE: La Industria del Petróleo en México, S.P.P., México, 1979. Cuadros I-Q y I-II, p. 61 y 63.



CUADRO 2  
(ANEXO)

EVOLUCION DEL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCION NACIONAL DEL SECTOR INDUSTRIAL Y DE LA INDUSTRIA PETROLERA A PRECIOS CORRIENTES  
(Variaciones Anuales en Por Cientos)  
1970 - 1977

AÑOS	P. I. B.		SECTOR INDUSTRIAL		TOTAL		INDUSTRIA PETROLERA		PETROQUIMICA	
	PRECIOS CONSTAN TES DE 1960	PRECIOS CORRIEN TES.	PRECIOS CONSTAN TES DE 1960	PRECIOS CORRIEN TES	PRECIOS CONSTANTE TES DE 1960	PRECIOS CORRIEN TES	PRECIOS CONSTAN TES 1960	PRECIOS CORRIEN TES	PRECIOS CONSTAN TES DE 1960	PRECIOS CORRIEN TES.
1970	7.0	11.7	8.0	12.5	10.0	8.3	10.1	8.6	8.7	5.5
1971	3.3	7.3	2.6	5.4	3.3	4.1	2.8	3.9	8.4	6.3
1972	7.8	12.9	9.6	13.8	8.7	11.5	7.9	10.3	17.0	24.7
1973	8.0	20.9	9.5	21.5	2.5	6.9	1.4	6.5	11.9	11.3
1974	6.3	32.6	7.1	35.8	15.1	71.3	14.8	70.9	18.4	75.4
1975	4.9	21.2	4.7	20.0	8.3	16.0	8.7	16.6	4.7	10.6
1976	1.8	22.9	2.5	23.4	7.0	13.3	6.8	13.1	8.8	15.1
1977	2.9	35.9	3.5	37.8	11.5	52.4	13.3	53.5	(3.2)	41.4
Incremento Promedio	5.3	20.7	5.9	21.2	8.3	23.0	8.2	22.9	(0.0)	23.8

FUENTE: La Industria del Petróleo en México, S.P.P. 1979, México. Cuadros I-3 y I-S p. 55 y 57.

CUADRO # 3

(ANEXO)

COMPARACION ENTRE LOS GASTOS DEL SECTOR PARESTATAL Y PEMEX

	GASTO TOTAL		GASTO CORRIENTE		GASTO DE CAPITAL		AMORTIZACION DE DEUDA	
	1974	1978	1974	1978	1974	1978	1974	1978
Sector Para- estatal - - Controlado	148563.7	486542	98588.2	260820.0	30363.0	116608.0	18612.3	4494.3
Petróleos - Mexicanos	37964.0	179285.0	24247.1	72028.0	9222.6	70790.0	109114.0	36467.0

FUENTE:

La Industria del Petróleo en México, S.P.P. México, 1979. p. 49

CUADRO 4  
(ANEXO)

DENSIDAD ENERGETICA Y COSTOS DE LAS OPCIONES ENERGETICAS

FUENTE DE ENERGIA	DENSIDAD DE ENERGIA (MW/POR M2)	COSTO DE CAPITAL POR COMBUSTIBLE (DLS/BPD)	COSTO DE CAPITAL POR COMBUSTIBLE (DLS/BPD)	COSTO DEL COMBUSTIBLE (DLS/B)	COSTO DE ELECTRICIDAD (CVOS/KW)	PRECIO DEL COMBUSTIBLE (DLS/B)	PRECIO DE ELECTRICIDAD (CVOS/KW)
SOLAR	.0002	80,000	10	68	33.0	68	33.0
CARBON (SINTETICO)	10	27,000	2 a 3	22	9.0	22	9.0
CARBON	10	3,000	.8	2.75	2.7	3	2.7
GAS	10	500 a 5,000	.6	.35 a 3.50	2.5	15	5.0
PETROLEO	10	1,000 a 15,000	1.0	.60 a 9.00	3.0	15	5.0
FISION	100	15,000 a 30,000	.8	9.00 a 18.00	2.7	18	2.7
FISION (TERMO-NUCLEAR)	10 a 1,000 (ó más)	15,000 a 1,500 (o más)	.8 a .1 (o más)	9.00 a .90 (o más)	2.7 a .3 (o más)	9 a .9 (o más)	2.7 a .3 (o más)

MW Por m2: Megawatts por metro cuadrado.- BPD: Barriles por día (equivalente) B: Barril

PRECIO: Se considera el precio internacional existente para el petróleo, el gas y el carbón; o los costos, cuando se refiere a otros combustibles.

Fuente: Revista "Energía", año 1 núm 4, diciembre de 1978, México.

## CUADRO 5

(ANEXO)

## PRODUCCION DE CRUDO DE LA OPEP EN 1978

PAIS	MILES DE BARRILES DIARIOS
Argelia	1,161.2
Ecuador	201.8
Gabón	208.7
Indonesia	1,635.2
Irán	5,241.7
Irak	2,562.0
Kuwait	2,131.4
Libia	1,982.5
Nigeria	1,897.0
Quatar	486.7
Arabia Saudita	8,301.0
Emiratos Arabes	1,830.6
Venezuela	2,165.5
Total	29,805.2

FUENTE: OPEP Annual Report 1978.- Viena, Aus.

B I B L I O G R A F I A

ENERGY IN THE ECONOMY  
MALCON SLESSER  
ST. MARTIN'S PRESS  
NEW YORK, USA, 1978.

ENSAYOS SOBRE EL NEOCAPITALISMO  
ERNEST MANDEL  
ED. ERA, 1969.

MEXICO HOY  
PABLO GONZALEZ CASANOVA Y ENRIQUE FLORES CANO  
(Coordinadores)  
ED. SIGLO XXI,  
MEXICO, 1979.

EL ECONOMISTA MEXICANO  
VOL. XII No. 1 ENERO-FEBRERO 1978  
VOL. XIII No. 6 NOV.-DIC. 1979.

REVISTA ENERGIA  
AÑO 1, NUMS.: 3, 4, 5 y 9  
AÑO 2, NUMS.: 12 y 13.

LAS PERSPECTIVAS DEL PETROLEO MEXICANO  
EL COLEGIO DE MEXICO  
MEXICO, 1979.

AMERICA LATINA Y LOS PROBLEMAS ACTUALES DE ENERGIA  
COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA (CEPAL)  
P.C.E. MEXICO, 1975.

ENERGY, INFLATION AND INTERNATIONAL  
ECONOMIC RELATIONS  
CURT GASTYGER, LONIS CAMU Y JACK N. BERHMAN  
PRAEGER PUBLISHERS, N.Y., U.S.A. 1975

ENERGETICOS, INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO  
MEXICO, 1976  
VOLS, II, III, IV.

:

BASES PARA UNA POLITICA DE ENERGETICOS  
PONENCIA DEL DR. ARNULFO MORALES AMADO  
INEN, MEXICO, 1978.

PETROQUIMICA EN MEXICO,  
MEXICO, NOVIEMBRE, 1978.  
2° CONGRESO LATINOAMERICANO DE  
PETROQUIMICA.

LA BATALLA DE LA ENERGIA  
HENRY PEYRET,  
EUDEBA, ARGENTINA, 1963.

CRISIS CAPITALISTA Y CRISIS ENERGETICA  
FRANCISCO MIERES,  
ED. NUESTRO TIEMPO,  
MEXICO, 1979.

COMERCIO EXTERIOR I.M.C.E., MEXICO  
VOL. 27, NUMERO 3, 1977  
VOL. 28, NUMERO 4 Y 9, 1978  
VOL. 29, NUMERO 5, 1979

EL NUEVO CAPITAL FINANCIERO  
ARABE E IRANI  
ERNEST MANDEL Y S. JABER  
ED. EL CABALLITO  
MEXICO, 1978.

OPEP BULLETIN  
JUNE, 1980  
VIENA, AUSTRIA

OPEP ANNUAL REPORT 1978  
VIENA; AUSTRIA.

PETROLEO Y SOBERANIA  
ED. ROSADA  
MEXICO, 1979.

EL PETROLEO EN MEXICO Y EN EL MUNDO  
CONACYT, MEXICO, 1979

EVOLUCION DEL SECTOR ELECTRICO EN MEXICO  
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD,  
MEXICO, 1978.

CUADERNOS POLITICOS  
NUM. 16  
ABRIL - JUNIO 1978. MEXICO

BOLETIN INFORMATIVO DEL SECTOR ENERGETICO  
MARZO, 1978. MEXICO.

TECNOLOGIA PARA ECONOMISTAS,  
ANTONIO ROJAS GARCIA  
BUFETE DE ECONOMIA INDUSTRIAL  
MEXICO, 1960.

LA VERDAD DEL PETROLEO EN MEXICO  
MIGUEL ALEMAN VALDES  
ED. GRIJALBO,  
MEXICO 1977.

EL PETROLEO, LA OPEP Y LA  
PERSPECTIVA INTERNACIONAL,  
COMPILADORES:  
VICTOR L. URQUIDI Y RUTH R. TROELLER,  
F.C.E.  
MEXICO, 1976.

MEMORIA DE LABORES DE LA ASOCIACION  
DE ECONOMISTAS MEXICANAS,  
MEXICO, 1978.

## INDICE

INTRODUCCION	3
--------------	---

### CAPITULO I

#### CONSUMO DE ENERGIA Y RESERVAS DE ENERGETICOS EN EL MUNDO

a) El consumo de energfa y el desarrollo económico	9
b) Reservas energéticas mundiales	11
c) Reservas mundiales de petróleo	12

### CAPITULO II

#### EL PETROLEO Y SU IMPORTANCIA ECONOMICA

a) Generalidades	21
b) La llamada "crisis del petróleo"	24
c) La cuestión de laOPEP	30
d) Paises productores y paises consumidores	35

### CAPITULO III

#### EL SECTOR ENERGETICO EN MEXICO

a) Marco general	47
b) Consumo energético nacional	50
c) Balance energético nacional	55
d) Política de precios en el sector energético paraestatal	60

### CAPITULO IV

#### EL PETROLEO EN MEXICO

a) El auge del petróleo en México	63
b) El sector petrolero	65
c) Petroquímica, destilados y gas natural	72
i) petroquímica	72
ii) destilados	74
iii) gas natural	74



d)	Transporte de hidrocarburos	75
e)	Ingresos de Pemex	77
f)	Egresos de Pemex	80
g)	La situación laboral en Pemex	81
h)	Reservas de petróleo en México	82
i)	El petróleo y la superación de la crisis	85
j)	Exportaciones de petróleo	87
k)	Precios internacionales del petróleo	91
l)	Utilización de los recursos financieros derivados de las exportaciones de petróleo	91

**CAPITULO V  
LA ENERGIA ELECTRICA**

a)	Generalidades	95
b)	La política laboral y el empleo en el sector eléctrico	97
c)	Expansión e integración de la industria eléctrica.	98
d)	Política de precios de la electricidad	104
e)	Hidro-electricidad	109
f)	Caboelectricidad	111
g)	Geotermia	115
h)	Energía nuclear	117
i)	Energía nuclear en México	120
j)	Otras aplicaciones de la energía nuclear	131

**CAPITULO VI  
ALTERNATIVAS ENERGETICAS**

a)	Tendencias de los precios internacionales de los energéticos	135
b)	Alternativas energéticas en México	140
c)	El Programa Nacional de Energía	142
	i) gas natural	144
	ii) carbón	145
	iii) energía eléctrica	146
d)	Las posibles fuentes de energía en el futuro	
	i) la fusión nuclear	150
	ii) alternativas solares	152
	iii) energía solar	153
	iv) la energía de las mareas	159
	v) la energía eólica	160
	vi) la energía de la biomasa	163

## ANEXO

1.- Evolución del PIB, del sector industrial y de la industria petrolera a precios corrientes 1970-1977	166
2.- Evolución del VBP nacional, del sector industrial y de la industria petrolera a precios corrientes 1970-1977	167
3.- Densidad energética y costos de las opciones energéticas	168
4.- Comparación entre los gastos del sector paraestatal y Pemex 1974 y 1978	169
5.- Exportaciones de la OPEP	171

## BIBLIOGRAFIA

## CUADROS

I. Consumo de energía, población y PIB por regiones geoeconómicas (1973)	9
II. Estructura porcentual del consumo mundial de energía	10
III. Comparación de estimaciones calculadas del total conocido de petróleo crudo recuperable.	17
IV. Consumo energético nacional por fuentes de generación 1970-1977	
V. Tendencia del consumo de energía en términos de energía primaria y PIB 1967-1979	53

VI.	Balance energético nacional en 1978	55
VII.	Balance energético nacional hacia el año 2000	57
VIII.	Endeudamiento externo de Pemex	79
IX.	Saldo de la Balanza Petrolera 1970-1978	89
X.	Aportación neta de divisas de Pemex a la economía mexicana 1977-1982	90
XI.	Número de trabajadores permanentes en el sector eléctrico 1971-1976	97
XII.	Capacidad de generación instalada en el sector eléctrico 1972-1978	101
XIII.	Incremento de capacidad eléctrica instalada hacia 1982	107
XIV.	Unidades geotérmicas en operación 1980-1983	116

#### GRAFICAS

I.	Participación porcentual de diversas fuentes energéticas en la generación total de energía en México, 1978	52
II.	Tasa de incremento anual del consumo energético y del PIB en México 1968-1979	54