

24  
54



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS POLITICAS Y SOCIALES

TRANSICION ENERGETICA EN MEXICO.

TESIS PROFESIONAL

Qué para obtener el Título de:  
LICENCIADO EN CIENCIAS POLITICAS Y  
ADMINISTRACION PUBLICA (ESPECIALIDAD  
ADMINISTRACION PUBLICA.)

P R E S E N T A:

JORGE ERNESTO RODRIGUEZ BUENFIL

Ciudad Universitaria, D. F.

1989



OCT. 31 1989

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **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 está 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.

## INDICE

\*\*\*\*\*

	pág.
INTRODUCCION	
CAPITULO 1. LA ENERGIA.	
1.1	Antecedentes y conceptos. <span style="float: right;">I-1</span>
1.2	Reservas de energéticos. <span style="float: right;">I-45</span>
CAPITULO 2. LA UTILIZACION DE LA ENERGIA.	
2.1	La utilización de los energéticos en el mundo. <span style="float: right;">II-1</span>
2.2	La utilización de los energéticos en México. <span style="float: right;">II-8</span>
2.3	La utilización de la energía nuclear con fines pacíficos. <span style="float: right;">II-13</span>
2.4	Las centrales nucleoelectricas. <span style="float: right;">II-14</span>
2.5	Costos de la nucleoelectricidad. <span style="float: right;">II-20</span>
2.6	La situación actual. <span style="float: right;">II-32</span>
2.7	Otras alternativas energéticas. <span style="float: right;">II-34</span>
CAPITULO 3. PLANEACION Y PLANEACION ENERGETICA.	
3.1	La planeación. Concepto e importancia. <span style="float: right;">III-1</span>
3.2	Principios de planeación. <span style="float: right;">III-5</span>
3.3	La planeación energética. Concepto e importancia. <span style="float: right;">III-6</span>
3.4	Balances de energía. <span style="float: right;">III-14</span>
3.5	Transición energética. <span style="float: right;">III-38</span>
CAPITULO 4. PLANEACION ENERGETICA Y PLANES GUBERNAMENTALES EN MEXICO.	
4.1	Primeros antecedentes de planeación en México. Causas que provocaron su aparición. Objetivos y modalidades. <span style="float: right;">IV-1</span>
4.2	Ley de Planeación General de la República. <span style="float: right;">IV-8</span>
4.3	Periodo 1934-1940. <span style="float: right;">IV-12</span>
4.4	Periodo 1940-1946. <span style="float: right;">IV-20</span>
4.5	Periodo 1947-1952. <span style="float: right;">IV-27</span>
4.6	Periodo 1953-1958. <span style="float: right;">IV-34</span>
4.7	Periodo 1958-1965. <span style="float: right;">IV-40</span>

4.8	Periodo 1966-1970.	IV-47
4.9	Periodo 1970-1976.	IV-49

**CAPITULO 5. ENTORNO DE PLANEACION ENERGETICA EN MEXICO.**

5.1	Plan Básico de Gobierno 1976-1982.	V-1
5.2	Plan Global de Desarrollo 1980-1982.	V-12
5.3	Plan Básico de Gobierno 1982-1988.	V-18
5.4	Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988.	V-21
5.5	Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994.	V-42

**CAPITULO 6. LEYES, REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES EN VIGENCIA EN MATERIA ENERGETICA NUCLEAR.**

6.1	Cronografía de Decretos, Leyes y Reglamentos en materia nuclear en México.	VI-1
6.2	Criterios para una legislación energética-nuclear.	VI-10
6.3	Requerimientos para el desarrollo de un Programa Nuclear.	VI-12
6.4	Aspectos legislativos e institucionales en materia nuclear.	VI-16
6.5	Reseña del proyecto de Laguna Verde.	VI-21
6.6	Consideraciones importantes para una planeación energética-nuclear en México.	VI-29
6.7	Observaciones a nuestra actual planeación energética.	VI-32

**CONCLUSIONES.**

**BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.**

## INTRODUCCION.

El grado de desarrollo alcanzado por el país no sería concebible sin la contribución del subsector energético. Por su carácter estratégico, tiene un importante impacto en todos los sectores productivos, en las regiones y en las principales variables macroeconómicas. Como componente fundamental de la economía el subsector energético obtuvo por exportaciones de energía en el periodo 1983-1988 ingresos superiores a los 70 mil millones de dólares; por otra parte, el subsector participó con cerca del 43% del total de ingresos presupuestales del Gobierno Federal en el periodo 1984-1987; en 1984 absorbió aproximadamente el 49% de los egresos programables del sector de Energía, Minas e Industria Paraestatal y, aún en 1987 cuando se redujo la inversión en el sector a casi la mitad, el subsector energético absorbió el 39% del total<sup>1</sup>; también es digno de mención que en el país 15 millones de usuarios utilizan la energía eléctrica que produce la Comisión Federal de Electricidad, y prácticamente toda la población utiliza productos producidos por Petróleos Mexicanos.

El impacto del sector energético en la economía nacional es evidente por su participación en el producto interno bruto, la generación de divisas, la recaudación fiscal, la inversión pública, el empleo y el impulso a todos los sectores productivos.

La Constitución de la República consagra exclusivamente para la Nación el dominio sobre los recursos naturales -fuente primaria de la energía- y sobre las empresas que realizan la explotación de los hidrocarburos y minerales radiactivos, la generación, conducción, transformación, distribución y abastecimiento de energía eléctrica, así como la fabricación, el aprovechamiento y custodia de los combustibles nucleares<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1985, vol. 21 Plan Nacional de Desarrollo . Informe de Ejecución, Avance 1988 y Balance Sexenal, pp. 303-313.

<sup>2</sup> Programa Nacional de Energéticos 1984-1988, Secretaría de Programación y Presupuesto, México, 1984, pp. 7-8.

## Introducción.

---

La planeación energética en México tiene un impacto muy amplio en los ámbitos industrial, científico y tecnológico, en virtud de la importancia que representa para el sistema económico del país la generación de energía y por la urgente necesidad de prepararse para efectuar una transición adecuada y ordenada hacia el uso de nuevos energéticos al agotarse o hacerse incoasteable continuar utilizando las fuentes convencionales, fundamentalmente los hidrocarburos.

Una de las alternativas más comúnmente mencionadas y también más controvertidas para lograr esta transición energética es la de utilizar la energía nuclear. Esta opción, tanto por la complejidad del proyecto, su costo, su carácter internacional y el interés general de la sociedad en expresar su opinión al respecto, requiere necesariamente de la dirección y control por parte del Estado. En particular, México cuenta con dos unidades nucleares en la zona de Laguna Verde, Veracruz, y se hará un análisis de su importancia y su impacto para la generación total nacional de energía eléctrica.

A este respecto es interesante una de las conclusiones del Foro de Consulta sobre Tecnologías Energéticas del Futuro, organizado por el Programa Universitario de Energía y la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM:

"Dada la relación actual entre reservas y producción de hidrocarburos, y según los cálculos más optimistas, nuestro país será autosuficiente en este recurso aproximadamente hasta el año 2030. Sin embargo, esta fecha podría ser mucho más cercana al año 2000, aún con tasas de consumo inferiores a las históricas; los cálculos más pesimistas sitúan la fecha en que el país podría dejar de ser autosuficiente entre el año 1997 y el año 2005. A partir de tal fecha, se tendrá que importar petróleo como fuente energética si no se han desarrollado otras fuentes que satisfagan la

demanda de energía primaria."<sup>3</sup>

Tomando en cuenta éstas ideas y cálculos, se hace patente la importancia estratégica de planear el futuro energético del país para principios del siglo próximo<sup>4,5</sup> que es aproximadamente para cuando se estima que los recursos no renovables como el petróleo y el gas natural empezarán a escasear<sup>6</sup> y, por consiguiente, poco a poco se harán más caros y será inaceptable que se les quemé como se ha venido haciendo hasta ahora.

Otro comentario valioso es del Ing. Gerardo Bazán, funcionario de PEMEX, quien ha expresado lo siguiente con respecto de hasta dónde podemos contar con el petróleo como fuente de energía:

"Estiman los geólogos que su producción [la del petróleo] llegará a la cima y empezará a caer. De esto no hay duda. Su punto de vista coincide en dar la cifra de 10, 20 años (años 1992, 2002), para que llegue a su máximo. Los paleontólogos afirman que el petróleo es un fenómeno que ocurre una sola vez. Esto es, que las reacciones químicas de muchos miles de años no volverán a ocurrir en ningún marco de tiempo que tenga sentido para los seres humanos. Una vez que se ha usado un barril se va para siempre, lo que nos indica que debemos ser prudentes e inteligentes en su utilización."<sup>7</sup>

Sin entrar en detalles en este momento, la humanidad ha atravesado por diferentes épocas de transición en cuanto a ciclos energéticos se refiere, es decir, al tipo de suministro y los combustibles primarios que ha

---

<sup>3</sup> Programa Universitario de Energía[1983], pág. 10.

<sup>4</sup> Programa Universitario de Energía[1982], ponencia del Dr. Mariano Bauer, Director del Programa Universitario de Energía, pág. 9.

<sup>5</sup> Programa Universitario de Energía[1982], ponencia del Dr. Fernando Schutz, del Instituto de Investigaciones Eléctricas, págs. 115,119.

<sup>6</sup> El Colegio Nacional[1982], ponencia del Ing. Jacinto Viqueira, de la Facultad de Ingeniería de la UNAH, p.81.

<sup>7</sup> Colegio Nacional[1982], Segunda mesa redonda, pág. 87.

## Introducción.

utilizado para atender sus necesidades energéticas. Dichas transiciones se han caracterizado por pasar de combustibles menos eficientes a otros más eficientes; como, por ejemplo, el paso de la utilización de biomasa como combustible al uso del carbón mineral, y el paso subsecuente del carbón mineral al petróleo.

Sin embargo, el desafío que se nos avecina en la próxima transición energética es mayor que los retos que ha tenido que enfrentar la humanidad en sus transiciones anteriores, debido a que, en esta ocasión se tendrá que pasar de combustibles relativamente muy baratos a otros considerablemente más caros, sean éstos nucleares, solares u otros. Y esto destaca aún más la importancia de realizar una buena planeación.

Estas razones sirven para darnos una idea del tema que se trata en este trabajo de tesis, y el por qué se le escogió como tal.

Por otra parte, es preciso hacer notar que la planeación energética en México es un área muy rica en cuanto a sus posibilidades de estudio, tanto para profesionales de la Administración Pública, como de Ingeniería, Leyes, Economía y Ciencia Política, entre otros.

No es difícil darse cuenta de que un estudio exhaustivo del problema requeriría un equipo de trabajo interdisciplinario dedicado a él. Esta complejidad no me ha desanimado para seguirlo como tema de tesis, pero he decidido acotar el problema para reducirlo a magnitudes manejables al enfocar este estudio primordialmente a los planes y programas político-administrativos para el control y supervisión de esta importante área de la economía nacional.

Considero que el buen administrador público tiene la capacidad suficiente para incursionar en terrenos de planeación política estratégica de primer orden, y asimismo desempeñarse como funcionario público con visión a largo plazo y con un manejo técnico adecuado.

Se presenta a continuación una descripción breve del contenido de cada uno de los capítulos de esta tesis.

El capítulo primero es una introducción amplia al tema que nos ocupa, presenta los conceptos más usados a lo largo de este trabajo, con el objeto de evitar ambigüedades y hacer todo lo posible por que el texto sea comprensible; también proporciona cifras informativas que justifican la elección del tema como problema de estudio. Para concluir se presenta la situación actual de la utilización de la energía, así como la magnitud de las reservas de energéticos en México y el mundo. Se incluyen numerosas gráficas y cuadros, la mayoría hechas personalmente por el autor, para ilustrar las cifras que se presentan y hacer más fácil la lectura.

El capítulo segundo presenta una historia resumida de la evolución del uso de la energía por la humanidad, y se menciona el origen de las centrales nucleoelectricas. Por otra parte, se presenta un estudio sobre el costo de la nucleoelectricidad como base para proceder a una comparación entre las diversas alternativas disponibles. Se incluye una discusión acerca de las ventajas y desventajas de generar energía eléctrica en México utilizando energía nuclear, frente a otras alternativas. A este respecto se han tomado en cuenta tanto las posiciones y argumentos oficiales, como los presentados por los grupos que se oponen a la operación de plantas nucleares en nuestro país. Se aborda la problemática de las alternativas disponibles para la generación de electricidad como parte fundamental de la transición energética que se habrá de efectuar en los próximos veinte años. En este capítulo se presentan diagramas de diversos tipos para tener una idea más concreta del tipo de instalaciones que se describen en el texto.

El capítulo tercero entra de lleno en materia al darnos los antecedentes genéricos de la planeación, para que, partiendo de esas bases (mismas que constituyen el marco teórico-conceptual de este trabajo) se pase a analizar los antecedentes de la planeación en México. Para concluir se presentan los antecedentes de planeación energética en nuestro país, se explica qué son y para qué sirven los Balances Nacionales de Energía, así como cuál es la problemática a la que el país se tendrá que enfrentar para lograr la transición energética. Un estudio completamente original es el presentado acerca de la evolución de la producción oferta y consumo de energía en México; para hacer este análisis se utilizó información de los últimos veintitrés Balances de Energía de México y sus respectivos diagramas de

## Introducción.

---

flujo de la energía. Se elaboraron cinco tablas que abarcan periodos de cinco años cada una, excepto la última que abarca sólo tres, y se analizó la información energética desglosándola en cuatro grandes apartados: Composición de los Balances Nacionales de Energía del periodo, Oferta de energía al mercado nacional, Consumo del sector energético y pérdidas de energía, y Consumo final de energía del mercado nacional. Estos análisis se presentan junto con gráficas de las variables más importantes a efecto de poder percibir la magnitud relativa del cambio así como las tendencias de evolución observadas.

En el capítulo cuarto se presentan los antecedentes de planeación en nuestro país, comentando los diversos planes que se han generado en México hasta el año de 1976, con un énfasis particular en lo que concierne a energéticos, para tener una visión histórica de cómo se llegó a la situación actual en este campo. Se pone especial atención al proceso de nacionalización de los recursos naturales, en especial del petróleo, y cómo fueron evolucionando las dos principales empresas paraestatales del campo de la energía: Petróleos Mexicanos y Comisión Federal de Electricidad.

En el capítulo quinto se trata en detalle el entorno actual de la planeación en nuestro país, así como su estructura político-administrativa, analizando cuáles son los organismos encargados de esas tareas de planeación y sus nexos de coordinación entre sí, lo cual es importante para abstraer la política y la dirección de los esfuerzos de planeación que se llevan a cabo en nuestros días, y con ello darnos una idea de qué es lo que se puede esperar a corto y mediano plazo como mejoras o innovaciones en la política pública y en los planes del gobierno. Se contará así con los elementos necesarios para efectuar un diagnóstico de la realidad actual, a 1989, y abordar los aspectos básicos de: ¿qué es la planeación energética?, ¿por qué es ésta importante?, y, ¿qué se está haciendo por mejorar el actual estado de cosas? Se incluye una descripción del Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, especialmente en lo que concierne a los energéticos. Se buscó seleccionar los datos más pertinentes de todos los planes y organizar la información de manera que resalte las contrastantes políticas energéticas seguidas en el país por las últimas cuatro administraciones, incluida la del licenciado Carlos Salinas de Gortari.

Para el capítulo sexto se presenta un comentario de los diversos instrumentos, Leyes, Reglamentos, Decretos y Planes que se han generado en esta área. También se hace un análisis original acerca de cuál es el estado que se tiene actualmente en materia energética nuclear, con objeto de tomar conciencia de dónde estamos y validar la tesis fundamental de este trabajo, que es la siguiente:

LA ADMINISTRACION PUBLICA NECESITA PONER ESPECIAL ATENCION EN EL ASPECTO DE PLANEACION ENERGETICA PARA PODER EFECTUAR UNA TRANSICION DEL USO DEL PETROLEO COMO ENERGETICO PRINCIPAL HACIA UNA DIVERSIFICACION ENERGETICA DE TAL FORMA QUE SE PUEDA PLANEAR Y ADMINISTRAR DE MANERA EFICIENTE Y SIN PROVOCAR INCONVENIENTES A LA PLANTA PRODUCTIVA DEL PAIS, ASI COMO PARA EVITAR EL DESPILFARRO DE RECURSOS ENERGETICOS, EN DETRIMENTO DEL PATRIMONIO NACIONAL.

A tal efecto se procede a hacer un análisis del sector nuclear, en cuanto a los documentos que han sido producidos como resultado del esfuerzo planificador en materia energética nuclear, los efectos que éstos han producido en el entorno en que se mueven nuestros proyectos nucleares, y el perfil que -consciente o inconscientemente- le han dado a nuestro desarrollo en este ámbito. Es original el hecho de organizar toda la información al respecto del proyecto nucleoelectrico mexicano de manera que se posean los elementos de juicio, apoyados en información confiable y verificable, para derivar conclusiones y propuestas bien informadas. Se escogió abordar la problemática que rodea a las centrales nucleoelectricas de Laguna Verde porque son la representación más concreta de acciones tomadas por el Gobierno Federal para lograr efectuar la transición energética.

Finalmente, se presentan las conclusiones generales del trabajo junto con propuestas personales para contribuir a solucionar la problemática que presenta la transición energética en México.

## Introducción.

---

Se agrega la bibliografía completa consultada para el desarrollo de la presente tesis para proporcionar una guía a las personas interesadas en profundizar más en algún aspecto de la problemática aquí presentada. Se buscó consultar las fuentes originales siempre que fue posible o en su defecto las fuentes más cercanas a la información original. Las observaciones e inferencias que se derivaron del manejo de los datos fueron hechas de acuerdo al criterio del autor, en la mayoría de las veces, y cuando por su importancia o valor original se transcribieron las de otros autores se citó invariablemente en el texto.

La mayor satisfacción que desearía obtener con este trabajo es la de motivar a otras personas a interesarse por esta problemática, y con el esfuerzo aunado de todas las personas que participen en el estudio y planteamiento de soluciones ayudar a mi país a superar uno de los obstáculos que se le presentarán para su desarrollo.

*Jorge E. Rodríguez Buenfit,  
Julio de 1989.*

**NOTAS TECNICAS:** Para la elaboración de este trabajo de recepción profesional he realizado las siguientes labores:

- Procesamiento y edición en una computadora IBM AT Compatible, con 640 Kbytes de memoria RAM y disco duro de 70 Mbytes, trabajando a 12 Mhz. El procesador de texto que utilicé fue Chi Writer-The Scientific/Multifont Word Processor, version 3.02 (de Horstmann Software Design Corporation, de EEUU, ©1988).
- La impresión del original de este trabajo la realicé en una impresora LaserJet series II (de la Compañía Hewlett Packard, de EEUU).
- El procesamiento estadístico lo hice utilizando los paquetes Lotus 1-2-3, release 2 (de Lotus Development Corporation, de EEUU, © 1985), Microsoft Excel, version 2.0 (de Microsoft Corporation, de EEUU, © 1987).
- La composición de las gráficas la realicé para una parte de las mismas utilizando los dos paquetes estadísticos antes mencionados, y otra parte de las gráficas mediante el empleo de Gem Graph 1.0 (de Digital Research Inc., de EEUU, © 1985).
- El diseño de los mapas lo realicé con la ayuda del paquete gráfico IBM Storyboard Plus, version 1.00 (de International Business Machines Corp., © 1987).

## CAPITULO 1. LA ENERGIA.

**RESUMEN:** Se presenta una introducción al tema mediante la descripción de los términos más comunes empleados en este campo, así como se mencionan cuáles y de qué magnitud son los recursos energéticos, tanto convencionales como no convencionales de México y del mundo.

### 1.1 ANTECEDENTES Y CONCEPTOS.

Este trabajo se refiere a la energía. ¿Qué es la energía? Para contestar a esta pregunta se partirá de algunas definiciones sencillas. Por ejemplo,

La energía es la facultad que tiene un cuerpo de producir trabajo.<sup>1</sup>

La Enciclopedia Británica dice al respecto:

(del griego *en* y *ergon*, trabajo) En Física, la capacidad para realizar trabajo; todas las formas de energía están asociadas con movimiento.<sup>2</sup>

Otra definición del concepto:

ENERGIA: Es la facultad o poder para efectuar un trabajo. Toda transformación y todo esfuerzo producido, ya sea por el hombre, por la naturaleza o por las máquinas, requiere de la intervención de

---

<sup>1</sup> Diccionario Pequeño Larousse Ilustrado, Editorial Larousse, París, Francia, 1954, 2a. edición 1968.

<sup>2</sup> The Encyclopaedia Britannica, vol. 4, USA, 1965. (Trad. del Autor).

una cantidad determinada de energía, y por esa razón se mide la energía por la capacidad de trabajo que puede realizar.

La energía puede obtenerse de muchas fuentes, pero tal vez la más importante de todas sea la proveniente del sol. La energía radiante del sol, en sus manifestaciones de luz y calor, mantiene la vida en la tierra, provoca los vientos, la formación de nubes y la caída de la lluvia.<sup>3</sup>

Una definición más completa de lo que es la energía y las distintas formas que ésta toma es la siguiente:

La capacidad de realizar trabajo. Toma formas tales como energía potencial, cinética, calórica, química, eléctrica, nuclear y radiante. La energía potencial se suscita en virtud de la posición o configuración de la materia. La energía cinética es energía en movimiento. La energía calórica es la energía cinética de las moléculas. La energía química proviene de la capacidad de los átomos para producir calor al irse juntando o separando. La energía eléctrica proviene de la capacidad de los electrones en movimiento para producir calor, radiación electromagnética y campos magnéticos. La energía nuclear proviene de la eliminación de toda o parte de la masa de las partículas atómicas. La energía radiante es energía en tránsito a través del espacio; es emitida por electrones al cambiar de órbita y por los núcleos atómicos durante la fisión y la fusión; al golpear con la materia, dicha energía aparece finalmente como calor.

---

<sup>3</sup> Editorial Cumbre. ENCICLOPEDIA ILUSTRADA CUMBRE. 1982, U.S.A.

Unicamente el calor radiante puede existir por sí mismo; todas las demás formas necesitan de la presencia de la materia. Algunas formas de energía pueden ser convertidas a otras formas; y todas las formas pueden finalmente ser convertidas a calor. La energía se mide en ergios.<sup>4</sup>

El universo se compone de materia y energía. La energía en la naturaleza no se destruye, sólo se transforma de una forma a otra; estas formas intercambiables de energía son: la mecánica, la calórica o térmica, la química, la radiante (luz, fotones) y la eléctrica.

ENERGIA PRIMARIA: Es la energía potencial contenida en los agentes productores, tal y como se encuentran en su estado natural. Sin embargo, sólo en algunos casos puede aprovecharse en su estado original, por lo que generalmente es necesario someterlos a múltiples transformaciones: el petróleo crudo se refina para obtener diversos productos petrolíferos; el carbón mineral puede convertirse en coque<sup>5</sup>, etc.

ENERGIA SECUNDARIA: Es la energía potencial contenida en los productos resultantes de los procesos de transformación de la energía primaria.

KILOCALORIA: Es la energía necesaria para elevar en un grado centígrado la temperatura de un mililitro de agua a una atmósfera de presión al nivel del mar.

FUENTES ALTERNAS: Recursos energéticos factibles de emplearse para sustituir el uso de los hidrocarburos<sup>6</sup> en la producción de energía, independientemente de que sean considerados como convencionales o no convencionales.

---

<sup>4</sup> GLESSER, MALCOLM (Gr. Editor), MACHILLAN DICTIONARY OF ENERGY, THE MACHILLAN PRESS LTD, REINO UNIDO, 1992, pág. 143.

<sup>5</sup> Se denomina coque al carbón mineral que ha sido sujeto a tratamiento para aumentar su resistencia separando las impurezas que limitan su combustión.

<sup>6</sup> Los hidrocarburos son compuestos orgánicos con una estructura molecular característica de átomos de carbono unidos entre sí con otros átomos de hidrógeno.

COMBUSTIBLES NO RENOVABLES<sup>7</sup>: Se pueden dividir en combustibles fósiles (como los hidrocarburos y el carbón mineral) y en combustibles minerales (como el uranio, el torio y algunos otros elementos radioactivos).

ENERGETICO. (del griego "ενεργητικός", activo) Adj. Perteneciente o relativo a la energía<sup>8</sup>. Relativo a la energía. Ciencia que trata de la energía<sup>9</sup>.

La energía es un elemento indispensable para el desarrollo de las actividades humanas. Para dar una muestra de cómo afecta la disponibilidad de energéticos a la sociedad, a continuación se mencionan algunos aspectos donde ésta incide de manera fundamental.

En el aspecto económico es un hecho que el costo de los energéticos afecta el costo final de los productos industrializados al ser la energía un insumo importante para la elaboración de cualquier producto, y prácticamente el principal insumo en productos que requieren de la utilización intensiva de energía en su fabricación como es el caso de los productos de la petroquímica básica (17.2% del consumo nacional de energía del sector industrial), siderurgia (15.9% del consumo nacional de energía del sector industrial), industria azucarera (10.6%), industria química (10%), cemento (8.4%)<sup>10</sup>, etc., (ver gráfica 1.) para el caso de los sectores que más energía consumen es de comprenderse que por ejemplo en la petroquímica básica, gran parte de los energéticos no son realmente consumidos sino más bien transformados puesto que la materia prima de la petroquímica básica consiste en hidrocarburos (gas en un 98.6%)<sup>11</sup>, mismos que se transforman en plásticos, fertilizantes y otros productos; la siderurgia, por su parte, utiliza enormes cantidades de energía para la fundición de metales, y

<sup>7</sup> son no renovables en cuanto a que lo que tarda la naturaleza en volver a crearlos es un tiempo enorme comparado con el tiempo que el hombre tarda en consumirlos.

<sup>8</sup> JACKSON, W.M. INC., EDITORES, DICCIONARIO LEXICO HISPANO, ENCICLOPEDIA ILUSTRADA EN LENGUA ESPAÑOLA. MEXICO, D.F., 1982.

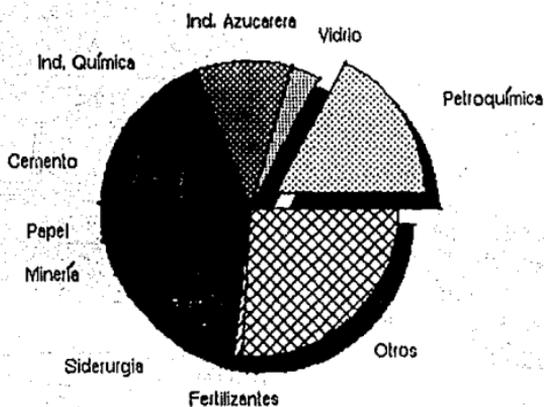
<sup>9</sup> Pequeño Larousse Ilustrado.

<sup>10</sup> Secretaría de Energía Minas e Industria Parastatal, BALANCE NACIONAL DE ENERGIA 1987. MEXICO, 1988. pp. 20-22

<sup>11</sup> Balance Nacional de Energía 1987, pág. 20.

# Participación en el Consumo de Energía.

Sector Industrial 1987



Gráfica 1.

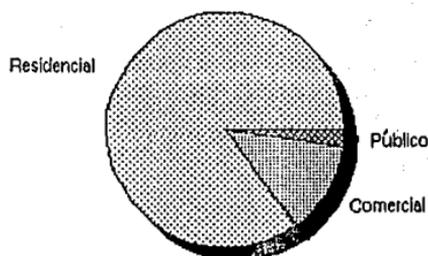
Principales industrias consumidoras de energía, según el balance de 1987.

la industria azucarera requiere de mucha energía para cocer la caña y luego para evaporar el agua y, así obtener azúcar. De tal manera un encarecimiento importante de los energéticos que emplean las industrias antes mencionadas se traduciría en incrementos a los precios al consumidor, afectando así el nivel de vida de la población y la economía nacional en su conjunto. Lo anterior sin considerar el consumo de energéticos en el transporte de los productos, lo cual repercutiría incrementando sensiblemente el costo al consumidor en las regiones alejadas de los centros de producción.

En el aspecto social es digno de mención que la disponibilidad de energéticos a costo razonable contribuye a elevar el nivel de vida de la población al mejorar e incrementar la utilización de tecnología para atender

## Participación en el Consumo de Energía

Sect. Residencial, Comercial y Público

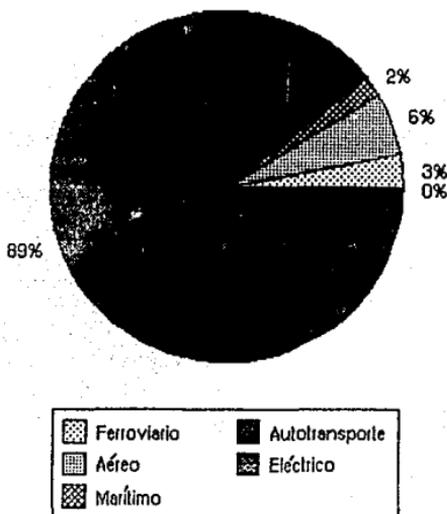


Gráfica 2.

Consumo de energía por en los sectores residencial, comercial y público.

## Participación en el Consumo de Energía

Sector Transportes, 1987



Gráfica 3.

Consumo de energía por tipo de transporte.

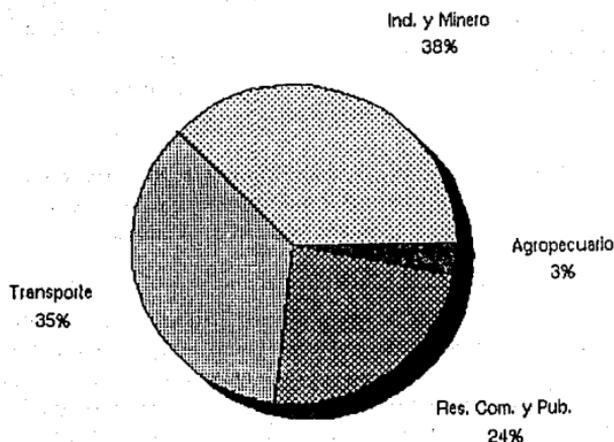
sus necesidades de cocción de alimentos, calentamiento de agua, iluminación, calefacción y/o acondicionamiento de aire, y la operación de numerosos aparatos eléctricos que facilitan el trabajo doméstico. Lo mismo ocurre en hospitales, escuelas y otras instituciones sociales.

Dejar de suministrar combustible a las fuentes consumidoras significaría la paralización de actividades esenciales<sup>12</sup>...Otros usuarios importantes (ver

<sup>12</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto, ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1985. (18 VOLS.), FONDO DE CULTURA ECONOMICA, Vol. 2 Inversión Pública y Planeación por Cuencas Hidrológicas, MEXICO 1985.

# Consumo Energético en 1987

## Sectores Globales



Gráfica 4.  
Consumo de energía por sectores globales.

gráficas 2,3 y 4) son el transporte (35.3%), y el formado por los sectores residencial, comercial y público (23.7%). En la gráfica 2 se observa la desproporción que existe entre el consumo de energía en el sector residencial, con respecto al consumo comercial y, sobretudo, frente al consumo del sector público; esta desproporción se podría deber a un uso ineficiente de la energía por parte del público, sobretudo si se considera que gran parte de la gente pasa la mayor parte del día fuera de su casa y tomando en cuenta que el sector comercial emplea muchos anuncios luminosos y generalmente tiene luz prendida todo el día en sus locales; de poderse establecer que existe ineficiencia en el uso de energía en el sector residencial, esto presentaría una alternativa interesante de conservación de energía al buscar formas de lograr ahorros en iluminación, consumo de gas, etc., en los hogares. En cuanto a la gráfica que presenta la situación en

el sector de transportes, es de destacar la desproporción entre el autotransporte (88.9%) frente a los transportes eléctricos (0.2%), ferroviarios (3.1%), aéreos (5.8%) y marítimos (1.9%); es ya conocido el problema que representa el automóvil particular, no sólo para el consumo de gasolinas, sino también para la contaminación del ambiente. En la gráfica 4 lo que más sobresale es la escasa proporción que alcanza el sector agropecuario (3.2%) dentro del consumo final total de energía, esto se debe a la poca mecanización existente en el agro mexicano.

Con frecuencia se oye hablar de hidrocarburos, los cuales no son otra cosa sino sustancias orgánicas derivadas de compuestos de hidrógeno y carbono y comprenden al petróleo, el gas natural, el carbón vegetal y la hulla principalmente.

Es conveniente distinguir entre energía y energéticos. Sin embargo, surge la pregunta, ¿qué son los energéticos?; esta palabra de acuñación reciente se ha empleado para designar los materiales capaces de liberar energía mediante un cierto proceso de aprovechamiento. Estas son sustancias capaces de producir energía por métodos convencionales como lo son el petróleo, el carbón, la leña, el agua de las presas o caídas de agua naturales, etc. Una de las diferencias fundamentales entre estos conceptos es que la energía, por lo general, no es capaz de ser almacenada en tanto que los energéticos sí.

Entre los energéticos tradicionales se encuentran: la leña, el carbón (vegetal y mineral), el petróleo y sus derivados, el gas natural y sus derivados, principalmente. El proceso tradicional para obtener la energía de éstos materiales ha sido la combustión, la cual libera fundamentalmente calor, y también se aprovecha su fuerza explosiva en motores de combustión interna.

Estos energéticos tradicionales, también conocidos como hidrocarburos, se encuentran distribuidos en abundancia en la naturaleza pero tienen el grave inconveniente de ser prácticamente no renovables<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Ver la nota de la pág. 4 al respecto.

En la actualidad se hace uso de otros energéticos cuyo aprovechamiento ha requerido del desarrollo tecnológico avanzado del siglo XX. Entre éstos podemos mencionar: los minerales radioactivos, las caídas de agua y la almacenada en presas, el calor que emana de manifestaciones geotérmicas, el viento, principalmente; en general el proceso que se sigue para su aprovechamiento es el de producir un fluido (agua, aire, vapor, etc.) capaz de hacer girar una turbina generadora de electricidad, y la electricidad como forma de energía es aprovechada de múltiples formas.

La ventaja de este otro tipo de energéticos es que, en general, son recursos renovables<sup>14</sup>, y como desventajas se tienen su escasa disponibilidad en vastas zonas del planeta, y la necesidad de una tecnología más desarrollada para poder aprovecharlos.

A continuación se mencionan los energéticos más importantes:

#### SUSTANCIAS DERIVADAS DE LOS CARBUROS DE HIDRÓGENO.

Hace aproximadamente 345 millones de años, en el periodo carbonífero, existían en el planeta una gran cantidad de plantas y árboles, las cuales, por motivos aún no establecidos de manera inequívoca, murieron en grandes números y sus masas enormes quedaron aprisionadas, primero bajo el agua que cubría la superficie terrestre y después por las capas de sedimentación de la misma. Con el tiempo, la descomposición anaerobia<sup>15</sup> de esas masas vegetales, sometidas a gran presión, originó el carbón y diferentes mantos

---

<sup>14</sup> por medio de ciclos naturales que son originados principalmente por dos factores: por la energía que se recibe en la tierra proveniente del sol, la cual origina fundamentalmente movimientos del agua y del aire, o es transformada de manera directa en las plantas por medio del fenómeno de la fotosíntesis; y por el efecto de la fuerza gravitacional, la cual genera calor en el centro de la tierra el cual se disipa en forma de manifestaciones geotérmicas, entre otras, así como por las fuerzas gravitacionales combinadas del sistema Sol-Tierra-Luna que producen los mareas y las corrientes marinas.

<sup>15</sup> de microbios que no necesitan oxígeno para subsistir.

petroleros<sup>16</sup>. Los combustibles fósiles -restos de carbón de la vida prehistórica, son los componentes iniciales para la gran cantidad de químicos orgánicos que se hacen hoy en día. El petróleo y el gas natural representan el 95% de la producción total<sup>17</sup>.

Cuando se queman los hidrocarburos liberan hoy la energía solar captada hace 345 millones de años. Los hidrocarburos que se consumen se van para siempre. Son un recurso no renovable y, además, altamente contaminante.

Petróleo. - El petróleo es una sustancia muy conocida y explotada en la actualidad. El petróleo crudo generalmente se extrae del subsuelo aunque también se encuentra y se extrae del lecho de los mares (ver mapa pág. 11 ). A partir del petróleo se obtienen importantes derivados como el combustóleo, que es un petróleo casi crudo ya que no es refinado el cual es muy solicitado para la generación de electricidad por medio de centrales termoeléctricas , una de las centrales termoeléctricas más importante es la instalada en Tula, Hidalgo, con una capacidad de generación de electricidad de 1,200 Mw<sup>18</sup>; el diesel, la gasolina y el gas-avión, provienen de diversos procesos de refinación y contienen diferentes cantidades relativas de antidetonante<sup>19</sup>, para poder rendir una mejor conversión de la energía química contenida en energía mecánica dentro de un motor de combustión interna. México, como puede apreciarse en el mapa, tiene la mayor parte de sus reservas en la zona de la sonda de Campeche, y la región de Chiapas-Tabasco, con reservas más pequeñas principalmente en la zona de Poza Rica.

Gas Natural. - Se obtiene como sub-producto en la extracción de petróleo y es un energético que puede descomponerse en gas licuado y en otros

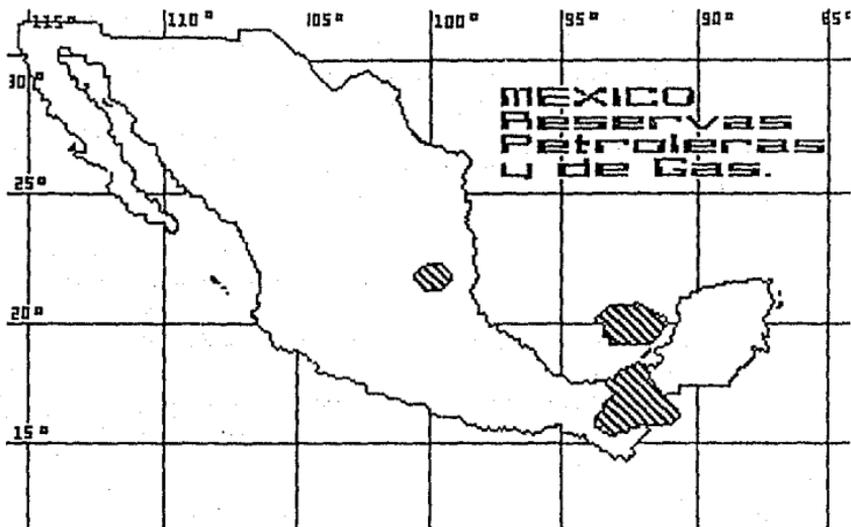
---

<sup>16</sup> Rev. Información Científica y Tecnológica, op. cit., pág. 36.

<sup>17</sup> Enciclopedia Combinada de la Energía, vol. 4, INDUSTRIA, pág. 20.

<sup>18</sup> MW es la abreviatura de MegaWatt, el cual equivale a un millón de watts.

<sup>19</sup> El antidetonante se especifica en octanos. El diesel contiene de (80-85), la gasolina (85-95) y el gas-avión (95-105), Editorial Cumbre[1982].



derivados susceptibles de ser usados en motores de combustión interna, hornos, etc.

En nuestro país hasta hace poco se quemaba en la atmósfera la mayor parte del gas asociado (especialmente el correspondiente a la producción de las plataformas marinas y alrededor del 14% de la producción terrestre, según datos de 1983), últimamente se está intentando aprovechar el gas de manera más cabal ya que su uso puede ahorrar muchos millones de barriles de petróleo al usarlo en gasolétricas, en transporte, e incluso en determinados procesos industriales; aunque el aprovechamiento óptimo de este recurso implica ciertos requerimientos de infraestructura tales como la construcción de ductos de distribución, tanques de almacenamiento seguros, procesos de conversión industrial, etc. El gas natural en México se extrae, en un 80%, asociado con el petróleo. Por esa razón su

localización en el mapa es la misma. De ser un combustible que previamente se quemaba a la atmósfera en volúmenes apreciables, el gas llegó a cubrir en los años setenta hasta una quinta parte del consumo de países industrializados con reservas propias de este recurso, participación que se ha mantenido invariable hasta la actualidad<sup>20</sup>. El consumo mundial de gas reveló un desarrollo sostenido y acelerado, de 6.5% anual en promedio, de 1960 a 1980, como reflejo del aumento generalizado que manifestó la demanda de energía, sobretudo antes de 1970, lo que se vio favorecido por un precio atractivo y por el descubrimiento y explotación de nuevas fuentes. Dicho consumo alcanzó 16.6 millones de barriles de petróleo equivalente en 1982, 18.2% del consumo mundial de energía primaria y algo menos de la mitad del consumo de petróleo. La demanda está sumamente concentrada: Estados Unidos y la URSS absorben 64.5% del total mundial; Europa Occidental y Japón participan con 15.5%, al resto del mundo toca sólo 20%. El 80% es abastecido por ductos: en su mayor parte van de la URSS, Holanda y Noruega al resto de Europa, y de Canadá y México a Estados Unidos. El grueso de los envíos de gas natural licuado (GNL) procede de la OPEP<sup>21</sup>, del que dos terceras partes es adquirido por Japón. La Agencia Internacional de Energía indica que la tasa media anual de crecimiento de la demanda de dicho energético de 1980 al año 2000 será de cerca de 7%, la más alta en relación con las demás fuentes de energía<sup>22</sup>.

Para el caso de México, el consumo de gas natural se duplicó entre 1976 y 1983. Durante esos siete años, el consumo creció a una tasa media anual de 10%. Sin embargo, de 1977 a 1980 la demanda total de gas natural para sustituir otros tipos de

<sup>20</sup> Programa Nacional de Energéticos, pág. 28.

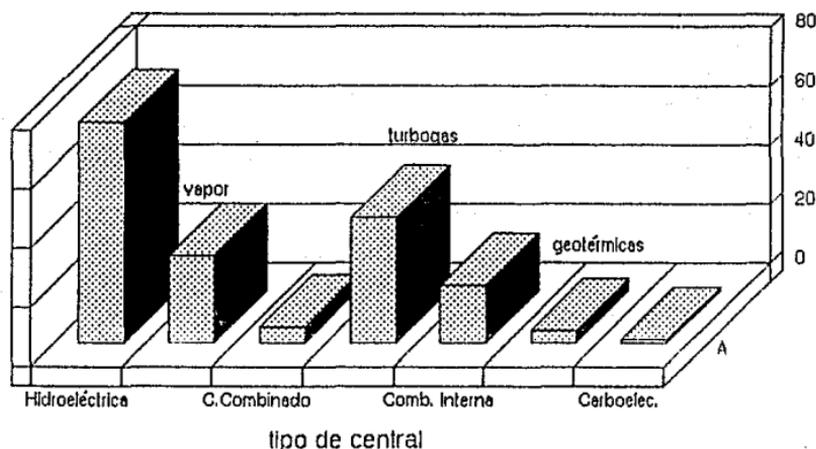
<sup>21</sup> Organización de Países Exportadores de Petróleo.

<sup>22</sup> Ponencia del Lic. Elías Mendoza Berrueto, entonces subsecretario de energía de México, en el Seminario sobre Estudios Internacionales del Gas Natural, celebrado en El Colegio de México del 3 al 5 de mayo de 1984, publicado en la Revista COMERCIO EXTERIOR, del Banco Nacional de Comercio Exterior, de mayo de 1984.

combustibles elevó esta tasa anual a casi 19%<sup>23</sup>. Por tipo de hidrocarburos, . Según datos de 1983, el 75% de la producción de gas estaba disponible para consumo, Petróleos Mexicanos utilizó el 50% como materia prima y energético; la industria, 32%; el sector eléctrico, 9%; el residencial, 2%, y se exportó 7%<sup>24</sup>. En la actualidad hay 42 plantas generadoras de energía eléctrica del

## Centrales Generadoras en México

(tipo y numero)



Gráfica 5.  
Centrales generadoras de electricidad por tipo de central<sup>25</sup>.

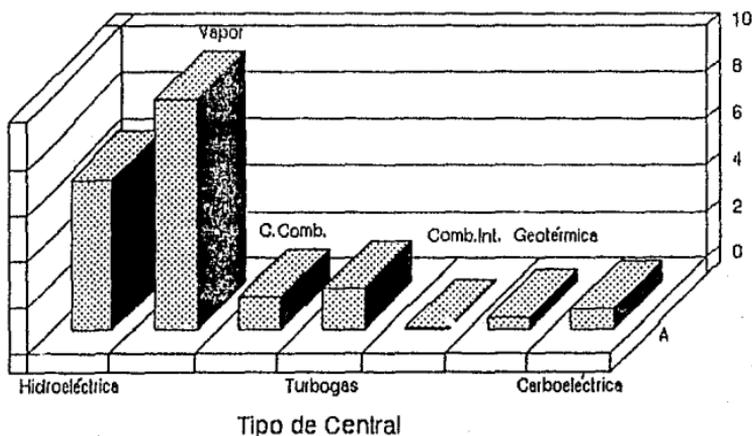
<sup>23</sup> Ponencia del Ing. Mario Ramón Detela, entonces Director General de Petróleos Mexicanos, presentada en el Seminario sobre Estudios Internacionales del Gas Natural, que se efectuó en el Colegio de México, del 3 al 5 de mayo de 1984, publicada en la revista COMERCIO EXTERIOR, del Banco Nacional de Comercio Exterior en su edición de mayo de 1984, pág. 440.

<sup>24</sup> Ponencia del Lic. Eliseo Mendoza Berrueto, antes citada.

<sup>25</sup> Las unidades termoeléctricas de ciclo combinado permiten obtener una mayor eficiencia al reaprovechar los gases que salen de las turbinas a una caldera de recuperación, donde se produce vapor para alimentar a un turbogenerador.

## Centrales generadoras en México

Capacidad instalada por tipo de central



Gráfica 8.

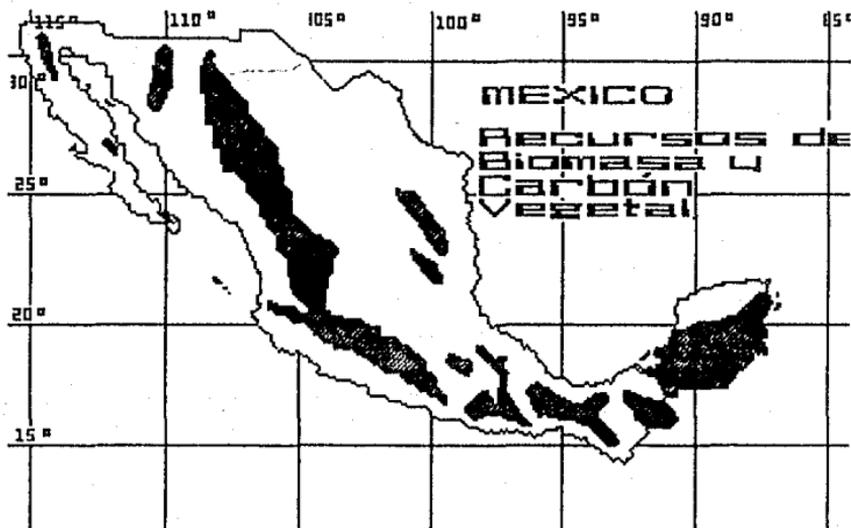
Capacidad instalada para la generación de electricidad en México por tipo de central.

tipo turbogas con una capacidad instalada de 1,789 Mw<sup>26</sup> (ver gráficas 5 y 6). México necesita importar gas licuado, ya que la producción no alcanza a satisfacer la demanda del país.

En general, aunque la balanza comercial de petrolíferos fue favorable a PEMEX, con más de \$750 millones de dólares en 1985, la balanza comercial de petroquímicos es negativa, en 1985 por \$495 millones de dólares<sup>27</sup>.

<sup>26</sup> Rev. Ingeniería Mecánica y Eléctrica, número dedicado al 1.º aniversario de la Comisión Federal de Electricidad, Septiembre-Octubre de 1987, pág.14.

<sup>27</sup> Rev. El Mercado de Valores, año XLVI, Num. 13, Marzo 31 de 1986,



Carbón Vegetal. -El carbón vegetal, proveniente de la leña, ha sido usado en México desde épocas remotas debido a su menor peso y su mayor potencial calorífico con respecto a la misma unidad métrica de leña.

Se ha utilizado y se sigue utilizando en calderas de todo tipo y también para cocinar alimentos. Este recurso natural se genera a partir de la madera<sup>28</sup>, por lo cual se le indica en un mapa junto con la biomasa, la cual consiste principalmente de leña. Tanto la biomasa como el carbón vegetal se encuentran con abundancia por todas las regiones boscosas y selváticas del país.

---

publicación de Nacional Financiera S.A., pág. 304.

<sup>28</sup> Para producir una tonelada de carbón de leña se emplean de 8 a 12 metros cúbicos de madera (según publican científicos de la Academia de Ciencias de la URSS en la revista COMERCIO EXTERIOR, del Banco Nacional de Comercio Exterior, México, mayo de 1984, pág. 379.

**BIOMASA** - Comprende a todos los insumos vegetales o animales susceptibles de ser convertidos en energía. Entre ellos se puede mencionar la leña obtenida de árboles y arbustos, el bagazo de caña, y desechos agrícolas, ganaderos, industriales e inclusive humanos. Este tipo de recurso es importante, sobretodo en países subdesarrollados; se estima que del 6 al 13 por ciento de la energía mundial se obtiene a partir de la biomasa<sup>29</sup>. En América Latina algunos países obtienen la mayor parte de la energía que consumen por este medio (Ver tabla 1). En particular Haití, toma de la biomasa el 88.5% de sus necesidades totales de energía; Ecuador, a pesar de ser un país exportador de petróleo, obtiene más de la mitad de sus energéticos por el mismo medio; Bolivia, el 53.7%; México en 1979 obtenía a partir de este recurso el 14.7% (según estimaciones de la Organización Latinoamericana de Energía, OLADE), aunque en la actualidad (según el Balance Nacional de Energía de 1987) obtiene el 43.3% de las necesidades de energía del combinado Residencial, Comercial y Público a partir de la biomasa, lo cual representa el 12.8% del consumo final total<sup>30</sup>.

La leña es quizá el energético más antiguo de la historia, ya que su obtención es muy fácil, y es capaz de sostener fuego, el cual proporciona luz y calor.

Las tecnologías para producir energía de este recurso se basan en la descomposición de la biomasa por procedimientos químicos, la cual al desintegrarse produce gases o destilados combustibles, y en la aplicación de temperaturas elevadas para convertirla en calor que se usa directamente o en otros materiales gaseosos o líquidos apropiados para la combustión.

---

<sup>29</sup> Informe Técnico de la Conferencia Mundial sobre Fuentes Energéticas, 1981, publicado por la Organización de las Naciones Unidas, citado por la Rev. FORUM, del 1 de marzo de 1982, pág. 47.

<sup>30</sup> Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (1988b).

Pais	Consumo total de energía	Consumo de combustibles vegetales*	% del consum. de energía.
Argentina	30,054	1,713	5.6
Barbados	299	99	33.1
Bolivia	1,908	1,023	53.7
Brasil	69,760	17,388	25
Colombia	10,470	3,847	24
Costa Rica	1,221	392	32.1
Cuba	10,847	4,007	37.2
Chile	10,512	1,196	11.4
Ecuador	3,324	1,687	50.2
El Salvador	1,553	877	62.8
Guatemala	2,190	1,165	53.7
Guyana	873	323	37
Haití	1,452	1,286	88.6
Honduras	1,157	630	54.4
Jamaica	2,489	449	18
México	58,370	8,588	14.7
Nicaragua	1,080	481	44.5
Panamá	1,188	246	20.8
Paraguay	835	535	64.1
Perú	9,297	2,234	24
República Dominicana	2,124	1,039	81.6
Trinidad y Tobago	3,368	268	7.9
Uruguay	2,211	120	5.4
Venezuela	21,072	936	4.4
<b>TOTAL</b>	<b>252,688</b>	<b>50,688</b>	<b>20.1</b>

\* Expresado en miles de toneladas de petróleo equivalente de  
10,700 Kcal/kg.

Fuente: Alternativas Energéticas de América Latina, OLADE,  
Noviembre de 1979, Quito, Ecuador.

Tabla 1.  
Consumo total de energía y de combustibles vegetales en América Latina

Gran parte de Suecia está cubierta de bosques, y los suecos están plantando árboles de crecimiento rápido, como el álamo, para usarlos como alternativa para el petróleo. El álamo puede cosecharse después de sólo tres años, y todo el árbol se tritura, se muele, se seca, y se compacta densamente para formar un combustible sólido en bolas. Estas bolas son mucho más convenientes de manejar y transportar que los tradicionales troncos de madera y contienen un valor energético más alto por peso dado. En la actualidad los suecos están investigando métodos para convertir el valor energético del álamo en combustible líquido que pudiera tener una gama mucho más amplia de usos<sup>31</sup>.

En Brasil, dados sus enormes recursos madereros, la biomasa ha representado una alternativa de suma importancia; particularmente, en ese país se ha desarrollado una técnica para producir alcohol utilizando como insumo la caña de azúcar; este producto se consume parcialmente en motores de combustión interna.

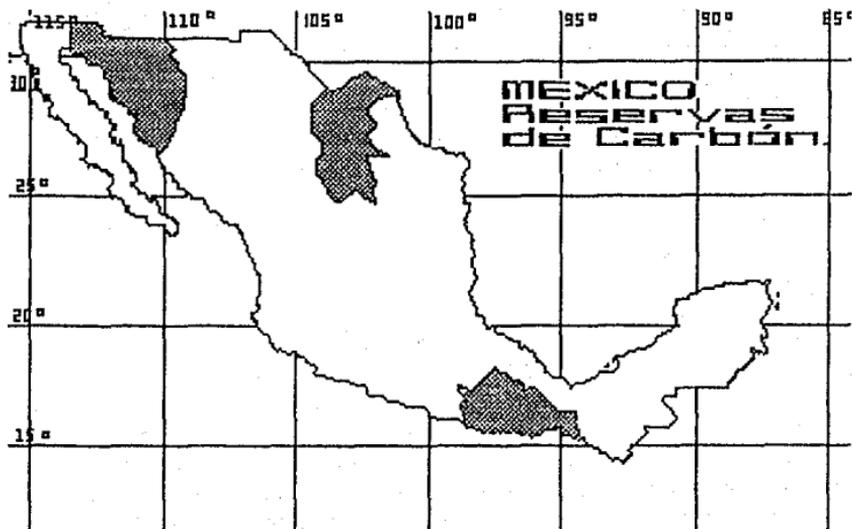
Esta alternativa energética cuenta con ventajas favorables. La más importante es que se trata de un recurso renovable y si se eligen adecuadamente los cultivos que servirían de insumos, podrían tenerse beneficios comparativos importantes en relación con los demás.

Carbón Mineral o Hulla. - Es el carbón que se extrae del subsuelo, por medio de la actividad minera. Todas las formas de carbón son compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno; dependiendo de la proporción de carbono con respecto a los demás elementos se distinguen cuatro tipos de carbón en los cuales también hay una importante variación de su poder calorífico y su empleo: la lignita, el carbón de hulla, el bituminoso y la antracita.

Al igual que el petróleo, el carbón se formó con la descomposición de restos fósiles de plantas y animales iniciado

---

<sup>31</sup> Enciclopedia Combinada de la Energía, vol. 3, CASAS Y CIUDADES, pág. 29.



hace unos 200 a 300 millones de años. La primera etapa en el proceso es la creación de la turba la cual se puede formar sólo unos cuantos cientos de años después que el material vegetal ha muerto. El material degradado se asienta en una capa compacta en la superficie de la tierra. Cuando después de largos periodos, la turba queda finalmente sepultada y comprimida, se vuelve más seca, dura y negra. La turba transformada en esta forma se conoce como lignita, el tipo de carbón más suave. Cuando la lignita llega a estar más empotrada en la corteza terrestre, ocurren cambios adicionales. El peso acumulado de las rocas y de la tierra de arriba compactan la lignita para formar el carbón más común y variado, el tipo bituminoso. Este carbón, formado de capas que varían desde brillantes y vidriosas hasta opacas y ennegrecidas, se encuentra con frecuencia junto con el tipo más duro y quebradizo, conocido como de bujfa. Compresión adicional,

combinada con el calor que genera tal compresión, hace que parte del carbón bituminoso se convierta en antracita, el tipo de más dureza de todos. Para esta etapa, todo el hidrógeno y oxígeno han sido expulsados, dejando aproximadamente el 95 al 98% de carbón<sup>32</sup>. La antracita tiene un potencial calorífico de 7,778 Kilocalorías/kg a 8,890 Kcal/kg; el carbón bituminoso tiene un potencial de 6,112 Kcal/kg a 8,890 Kcal/kg; el lignito tiene, a su vez, un potencial de 2,222 Kcal/kg a 4,445 Kcal/kg. La antracita y el lignito se emplean principalmente como combustible en la industria eléctrica. El carbón bituminoso se usa sobretodo en la industria siderúrgica, directamente como combustible o transformado en coque. El carbón que se extrae en México tiene un potencial calórico bastante elevado (7,232.4 kilocalorías/kg<sup>33</sup>) que lo convierte en un combustible aceptable para altos hornos (en siderurgia), buques a vapor y otras aplicaciones. Antes de la II Guerra Mundial este era el principal energético que utilizaba la humanidad. En México, todo el carbón que se extrae (9,770,751 toneladas en 1985), proviene del estado de Coahuila, de los municipios Múzquils (55.9% del total) y Nava (22.1% del total) principalmente<sup>34</sup>, aunque también hay reservas de carbón coquizable, que todavía no están en explotación, en el estado de Oaxaca. En la actualidad hay métodos para extraer gas a partir de esta fuente. Dicho compuesto es parecido al gas natural disuelto en el petróleo en contenido y poder calorífico. Su costo de explotación es relativamente bajo no necesita tecnología especial<sup>35</sup>.

---

<sup>32</sup> Edición Combinada de Energía, vol. 2, Petróleo y Carbón, pág. 10.

<sup>33</sup> Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal[1988b], pág. 35.

<sup>34</sup> SECRETARÍA DE ENERGÍA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL, PRODUCCIÓN MINERA POR ESTADOS Y MUNICIPIOS DURANTE LOS AÑOS DE 1984 Y 1985. MEXICO.

<sup>35</sup> Rev. FORUM, artículo LOS OTROS CAMINOS DE LA ENERGÍA, de Joaquín Saavedra, pág. 43, México, 1 de Marzo de 1982.

## ELECTRICIDAD.

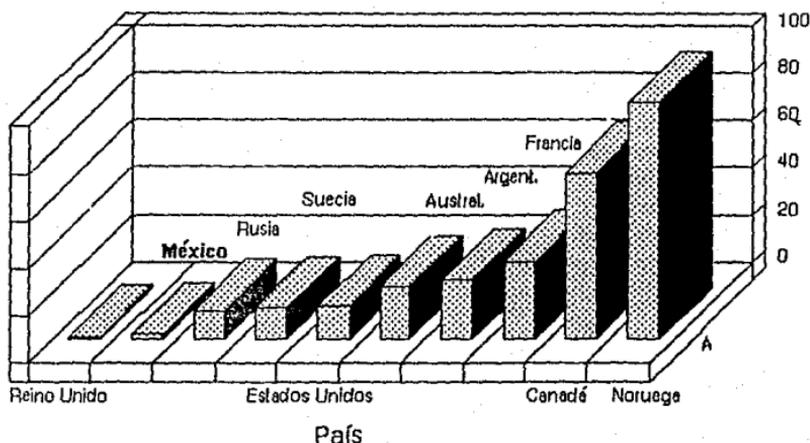
La electricidad es una forma de energía que se encuentra en la naturaleza en forma de electricidad estática de algunos materiales; la tierra al tener fricción con el aire en movimiento pierde electrones lo cual le da una carga positiva, en tanto que el aire gana una carga negativa, en condiciones de alta humedad (por ser el agua conductora de electricidad) en ocasiones se produce una descarga súbita de energía por medio de los rayos.

Desafortunadamente para la humanidad aún no se posee la tecnología para poder capturar y dosificar la enorme cantidad de energía que se libera con estos fenómenos físicos del planeta. Sin embargo, es posible convertir energía mecánica a energía eléctrica por medio de un dispositivo, llamado generador, que fundamentalmente hace girar un embobinado entre los campos magnéticos de un imán, este movimiento giratorio induce a los electrones de la bobina a circular, produciendo de esa manera un flujo eléctrico. Uno de los más antiguos métodos de generar trabajo mecánico ha sido el utilizar la fuerza de animales y fenómenos naturales tales como la fuerza de las aguas y del viento. De tal manera, si se aprovecha la fuerza del agua para producir electricidad, se habla de hidroelectricidad.

Hidroelectricidad. - La llamada hidroelectricidad es la electricidad resultante del aprovechamiento de caídas de agua. Por extensión a los cuerpos de agua con la energía potencial capaz de mover turbo-generadores para la producción de electricidad se les trata como energéticos. México generaba en los años sesenta un 60% de su electricidad a partir de esta fuente, aunque ha venido disminuyendo su importancia de manera paulatina hasta llegar a representar en 1980 únicamente el 33.3 % según datos de la Comisión Federal de Electricidad. Aunque hay países que hacen uso extensivo de esta forma de energía (ver gráfica 7), únicamente alrededor del 15% del potencial hidroeléctrico del mundo es aprovechado. En la gráfica destacan los casos de Noruega y Canadá, países que generan un alto porcentaje de su electricidad total en base a este recurso. Por otro lado, también es notoria la posición que ocupa México al igual que que la del Reino Unido, países que no utilizan de manera importante

## Utilización de la Hidroenergía

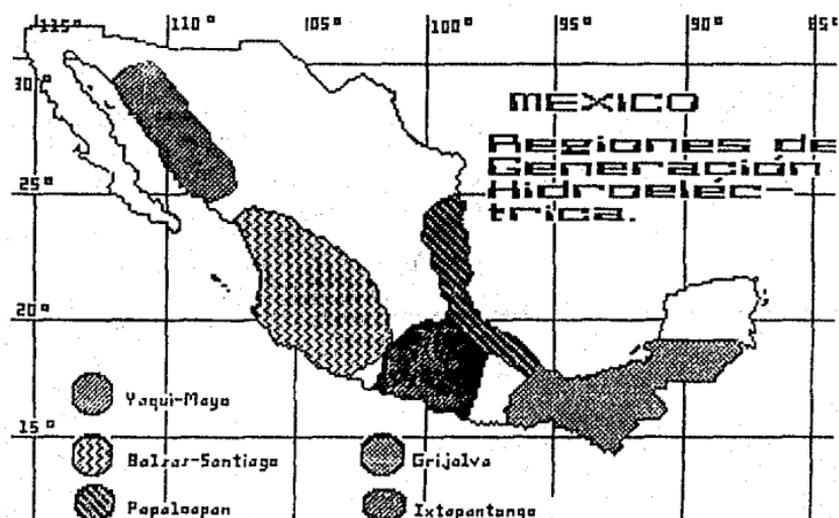
% del total de generación eléctrica



Gráfica 7.

Comparación del uso de la hidroenergía para la generación de electricidad en una muestra de países seleccionados.

el recurso hidráulico para su generación de energía. El contraste entre Noruega y Canadá, por un lado, y México y el Reino Unido, por otro, se presta para analizar la geografía respectiva de estos países, y al hacer esto es muy notoria la gran cantidad de lagos y depósitos naturales de agua que existen en los países que más aprovechan la hidroenergía, en contraste con la carencia de estos depósitos naturales en los países con menor desarrollo hidrológico. En la página siguiente se presenta un diagrama de una central hidroeléctrica típica.



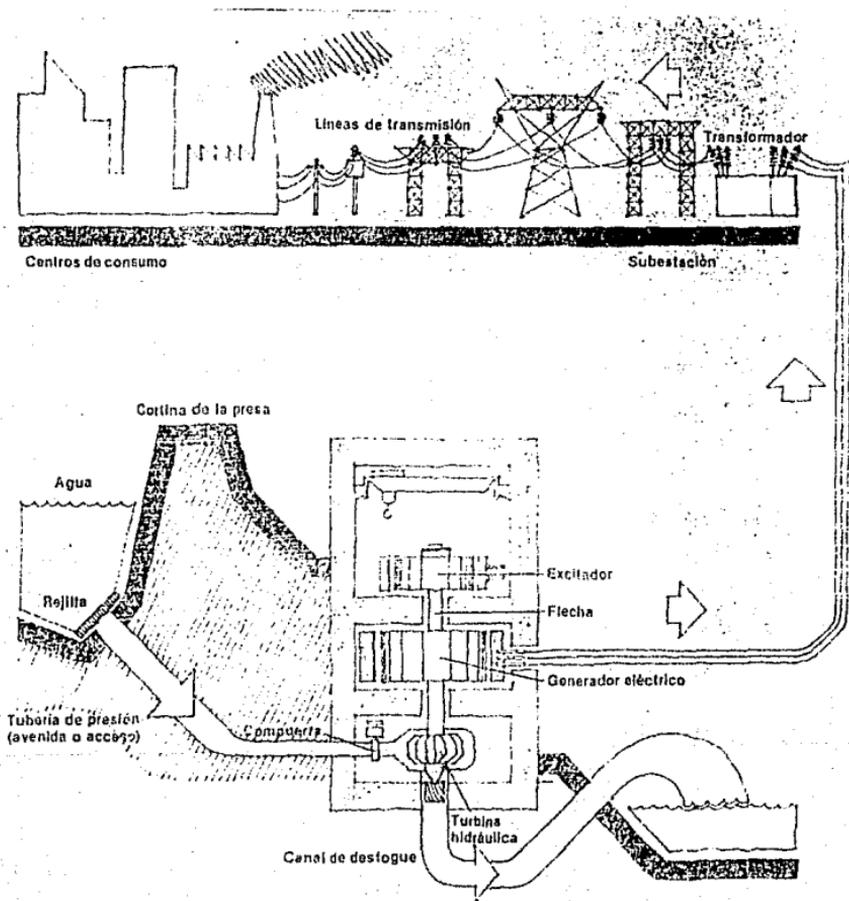


Diagrama de una central hidroeléctrica

La hidroelectricidad es ambientalmente limpia y su costo se puede distribuir entre los rubros de control de inundaciones, irrigación y lugares de esparcimiento (que son beneficios adicionales que se obtienen al construir instalaciones para el aprovechamiento de esta forma de energía), así como entre el costo de la energía. Como contrapartida se tienen altos costos iniciales de inversión, largos plazos de recuperación, disputas acerca de los derechos sobre las aguas, y los cambios que se causan al medio ambiente como resultado de construir presas en los ríos. Por estas razones y en virtud de que los mejores sitios para las instalaciones hidroeléctricas ya han sido explotados, la energía hidroeléctrica seguirá suministrando previsiblemente una pequeña parte del total mundial de la oferta de energía. En el caso de México se tienen estudios del potencial hidroeléctrico del país y de sus fluctuaciones estacionales.

Para la operación de la capacidad instalada en este rubro el país está dividido en cinco regiones hidroeléctricas: las regiones de los ríos Yaquí-Mayo, Balsas-Santiago, Ixtapantongo, Papaloapan y la del Grijalva. Dentro de las regiones hidroeléctricas destacan por su capacidad la Región Grijalva con 3,512 Mw y la Región Balsas-Santiago con 2,856 Mw. Con menor capacidad se encuentran la Región Ixtapantongo con 937 Mw, la Región Papaloapan con 480 Mw y, por último, la Región Yaquí-Mayo con 327 Mw<sup>36</sup>.

Otra forma convencional de generar electricidad es por medio de la utilización de la fuerza del vapor. Para lograr esto se procede a calentar agua en una caldera para producir vapor y conducirlo por tuberías hacia turbinas que al girar hacen funcionar generadores de electricidad. Como se puede apreciar en el diagrama de la página siguiente las calderas son grandes recintos cerrados cuyas paredes, pisos y techos se encuentran cubiertos por tubos llenos de agua. En el interior del recinto se quema algún combustible, y el calor que se desprende hace hervir el agua en el interior de los tubos, produciéndose el vapor que mueve a la turbina y

---

<sup>36</sup> Rev. Ingeniería Mecánica..., pág. 15.

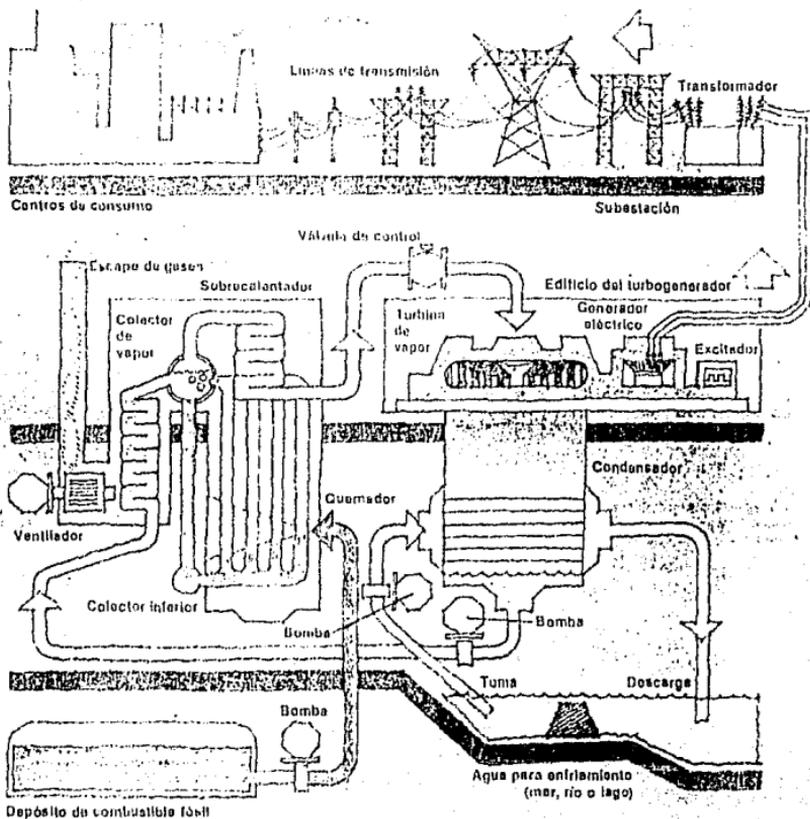
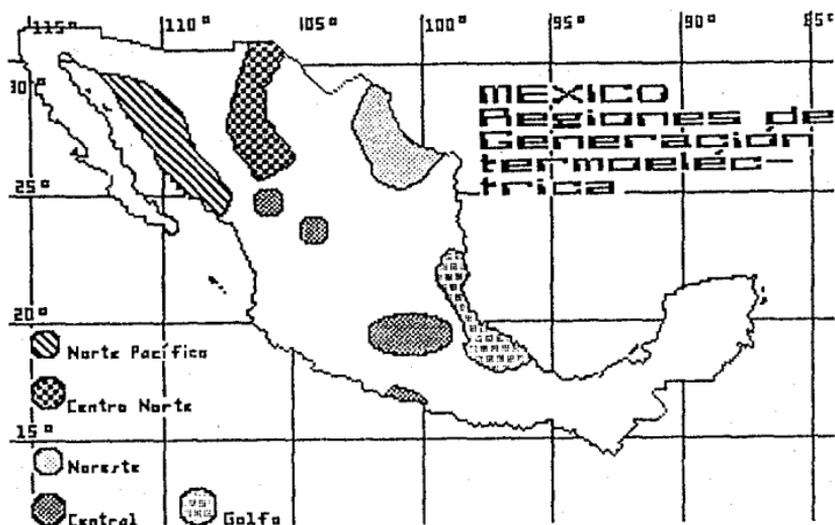


Diagrama de una central termoeléctrica



que posteriormente es condensado y regresado a la caldera<sup>37</sup>. Para lograr calentar las calderas se utiliza en la actualidad hidrocarburos (plantas termoeléctricas) o energía nuclear (plantas núcleo-eléctricas). Entre los hidrocarburos más utilizados para las termoeléctricas se encuentran el combustóleo, el gas natural y el carbón. En México el sistema termoeléctrico contribuyó con el 76% del total de electricidad que se consumió en el país en 1987<sup>38</sup>; se prevé que la participación de las termoeléctricas a base de hidrocarburos sea de 59% en 1988 y menos del 50% para el año 2000<sup>39</sup>. A fines de 1987 México contaba con una capacidad de generación de energía eléctrica de poco más de 23,000 Mw y la producción bruta nacional en ese año fue de poco más de 96 TWh. La demanda bruta nacional de electricidad que habrá en el año 2010, puede estar comprendida entre los 237 y 564 TWh, según sea la

37 DEL FUEGO AL ATOMO, Comisión Federal de Electricidad, México, 1988, pág. 14.

38 *ibid.*, *idem.*

39 Programa Nacional de Energéticos 1984-1988, pág. 17.

40 DEL FUEGO AL ATOMO, Comisión Federal de Electricidad, México, 1988, pág. 58.

tasa promedio de crecimiento entre 1987 y ese año. Suponiendo que fuera posible desarrollar la hidroelectricidad, la geotermia y el carbón nacional a los ritmos máximos, en conjunto aportarían cuando mucho un total de 136 TWh en el 2010. Entonces, aunque se diera la tasa baja de 4% anual, aún habría un déficit de 101 TWh y las fuentes primarias dominantes para la generación de electricidad durante las dos o tres décadas siguientes seguirían siendo los hidrocarburos, a menos que se opte por alternativas<sup>41</sup>.

### ENERGÉTICOS NO-CONVENCIONALES.

Por energéticos no-convencionales se entiende aquellos energéticos que en la actualidad representan un costo muy elevado y no práctico para su utilización a gran escala. Entre ellos destacan los siguientes:

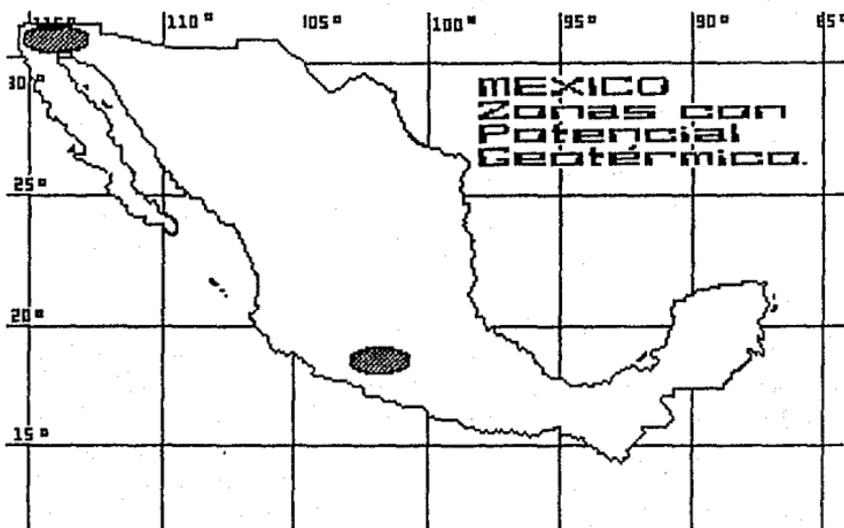
Geotermia. - Es una energía no renovable<sup>42</sup> de manera rápida que es generada en forma continua por el flujo térmico procedente del núcleo de la tierra. En ese sentido constituye una forma renovable de energía. Sin embargo, salvo en el caso de la energía geotérmica procedente de las zonas magmáticas altamente activas, el flujo utilizado es por lo general mayor que el flujo térmico de entrada. Posteriormente se utiliza el calor almacenado en el subsuelo. Por lo tanto, debe considerarse que este tipo de operación consiste en la utilización de un depósito finito, es decir la utilización del depósito durante un periodo limitado seguido de un periodo de duración variable necesario para reabastecer el depósito<sup>43</sup>. En las profundidades de la Tierra las temperaturas superan los 6,000° centígrados. El gradiente térmico resultante genera una corriente de calor hacia la

---

<sup>41</sup> DEL FUEGO AL ATOMO, Comisión Federal de Electricidad, México, 1988, pág. 58.

<sup>42</sup> La duración del campo geotérmico de Cerro Prieto, Baja California, por ejemplo, se estima entre 15 o 20 años.

<sup>43</sup> Rev. EL MERCADO DE VALORES, publicación de NACIONAL FINANCIERA, S.A., año XLI, núm. 33, agosto 17 de 1991, pág. 861.



superficie, que es la fuente de la energía geotérmica y puede ser transmitido por el agua, vapor de agua o salmuera que escapa del subsuelo por medio de las fisuras de las rocas de la corteza terrestre, producto de evaporaciones de mantos acuíferos subterráneos por zonas extraordinariamente calientes de la corteza, cuando esto sucede a veces se conoce como energía hidrotérmica para diferenciarla de la energía geotérmica en la cual no se encuentran presentes estos fluidos, a cual es denominada energía geotérmica de roca caliente. Las manifestaciones superficiales de la energía geotérmica se observan en las aguas termales, géysers, pozos de lodo hirviente, etc.

La utilización de la geotermia como energético es muy reciente, se le utiliza para hacer girar turbogeneradores en la producción de electricidad. Actualmente hay más de 50 países que llevan a

cabo investigación acerca de cómo aprovechar mejor esta forma de energía<sup>44</sup>.

En nuestro país se conocen, por parte de la Comisión Federal de Electricidad, alrededor de 400 manifestaciones geotérmicas, siendo las más importantes las ubicadas en Cerro Prieto y Tijuana-El Rosarito (Baja California), e Ixtlán de los Hervores (Michoacán). Otras regiones adecuadas son Los Hornos, Puebla y La Primavera, Jalisco.

Energía Eólica.- Esta es la energía cinética que posee el viento<sup>45</sup>, la cual es capaz de ser transformada en energía mecánica por medio de aspas, mismas que al girar se puede utilizar su fuerza motriz en molinos y generadores de electricidad. En toda su fuerza, en forma de huracanes y torbellinos, los vientos tienen el contenido de energía de las explosiones nucleares, pero la mayoría del tiempo su velocidad es lenta y es bajo su contenido de energía<sup>46</sup>.

La energía eólica está clasificada como una fuente no convencional. Es prácticamente inagotable y no contamina. Su principal desventaja es que cuando no sopla el viento no se produce energía. Por esta razón es una fuente intermitente y, como tal, requiere de un sistema de almacenamiento para aprovecharla continuamente<sup>47</sup>.

La historia de la energía eólica se remonta al año 3500 antes de nuestra era, cuando los sumerios armaron las primeras embarcaciones de vela. Después los griegos construyeron máquinas que funcionaban con el viento. Este fue desde la antigüedad el

---

<sup>44</sup> Enciclopedia Combinada de la Energía, vol.5, FUENTES FUTURAS, pág. 22.

<sup>45</sup> El viento es una forma de energía solar causada por el aire caliente que se eleva en el ecuador y se dirige a las regiones polares en un movimiento de un patrón regular.

<sup>46</sup> Enciclopedia Combinada de la Energía, vol.5, FUENTES FUTURAS, pág. 20.

<sup>47</sup> Rev. Información Científica y Tecnológica, CONACYT, México, noviembre de 1988, pág. 4B.

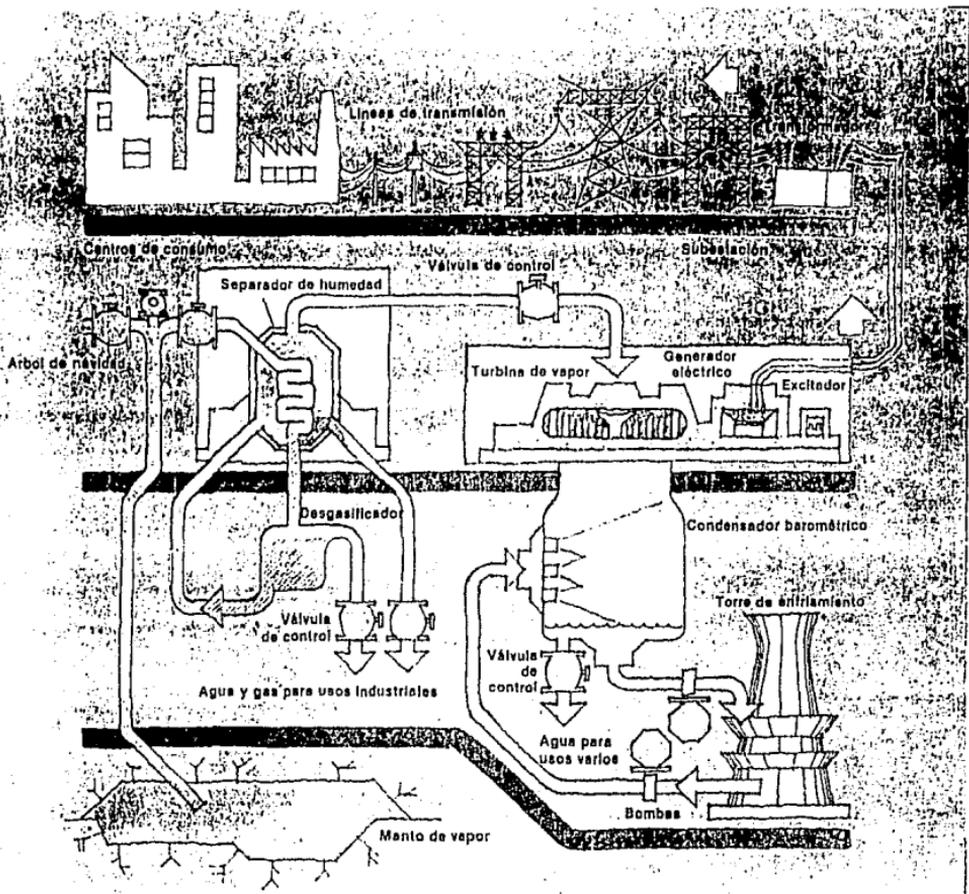


Diagrama de una central geotérmica



motor de las embarcaciones. Han pasado 5,500 años y los veleros surcan aún los mares; un ejemplo de esto son los modernos barcos tanque japoneses equipados con velas de aluminio operadas por computadora, las cuales pueden reducir en más de un 10% el costo de combustible requerido para mover el barco<sup>48</sup>.

La tecnología para el aprovechamiento de la energía eólica no es muy difícil de adquirir ni muy compleja de mantener, sin embargo lo que limita su utilización a gran escala es que las tasas actuales de energía aprovechada con respecto a la energía captada son relativamente bajas, lo cual obliga a instalar este tipo de dispositivos en lugares con vientos muy fuertes y

<sup>48</sup> Enciclopedia Combinada de la Energía, vol.5, FUENTES FUTURAS, pág. 21.

constantes, mismos que no son muy abundantes cerca de las principales zonas de asentamiento poblacional. Otro problema que se presenta es que el almacenamiento de la electricidad producida, para ser usada cuando la fuente de energía no está en condiciones operativas no es práctico. Una posible solución a estos problemas la podría presentar el desarrollo de la tecnología de "super-conductividad", que está siendo desarrollada en el Instituto de Investigación en Materiales de la UNAM, la cual reduciría enormemente la cantidad de energía disipada (perdida) en la transformación de la energía eólica, así como su transmisión en forma de energía eléctrica. El aerogenerador más grande del mundo se encuentra ubicado en Carolina del Norte, Estados Unidos, se denomina *Howard's Knob*, las paletas son de 60 metros de largo y la producción de energía es de 20 Mw<sup>49</sup>. En México, el sureste, el norte y el centro son las regiones más apropiadas para colocar sistemas eólicos; destacando La Ventosa, en Oaxaca, donde los vientos alcanzan velocidades promedio de 20 a 25 km/h. En 1984, el Instituto de Investigaciones Eléctricas elaboró el primer mapa de vientos máximos en la República Mexicana, así como un sistema electrónico que permite conocer los parámetros fundamentales del viento en un lugar con bastante precisión.

Respecto a la conversión eléctrica, el Instituto de Investigaciones Eléctricas posee la estación eoloenergética de El Gavillero, en Hidalgo. En ella se construyeron dos aerogeneradores tipo Dumlite, de 2 kW para vientos de 5m/s, que abastecen de energía eléctrica a la comunidad, y también el Instituto diseñó un aerogenerador denominado "Albatros", con un rotor de 11 m de diámetro, que desarrolla una potencia de 8.5 kW.

El costo de los aerogeneradores y las aerobombas representa actualmente la desventaja fundamental para integrarlos a mediana escala, así como el sistema de almacenamiento de energía.

---

<sup>49</sup> Enciclopedia Combinada de la Energía, vol.5, FUENTES FUTURAS, pág. 21.

En el mapa anterior se observa que la zona con mayor potencial eólico se encuentra en las cadenas montañosas conocidas como la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico; otra región de gran potencialidad es la de las zonas costeras de la República y casi toda la Península de Yucatán.

Energía Solar. - Se acepta por lo general que prácticamente toda la energía que ha conocido la humanidad proviene directa o indirectamente del sol. Sin embargo, en el contexto de planeación energética se utiliza el término para referirse a la radiación solar capaz de transformarse de dos maneras específicas: Fototérmica: en la cual se transforma a calor directamente y así calentar agua o un horno; y Fotovoltaica: en la cual se transforma a electricidad. Se han desarrollado tres formas principales para convertir la radiación solar en electricidad:

- a) la conversión fotovoltaica, por medio de la cual la energía solar se convierte en energía eléctrica de corriente continua directamente por medio de celdas que tienen un material que emite electrones al ser bombardeados por fotones provenientes del sol. En la actualidad el rendimiento de la conversión de la radiación solar a energía eléctrica es muy bajo (12-18%<sup>50</sup>) pero aún así se tiene la posibilidad de obtener importantes cantidades de energía en países tropicales como México (véase la siguiente sección para una aproximación de la capacidad de generación de electricidad a partir del sol en México).
- b) conversión de calor de baja gradación, basada en el uso de radiación directa y difusa;
- c) conversión de calor de baja gradación basada únicamente en el uso de radiación directa.

---

<sup>50</sup> AGUILAR PERIS, J. y AGUILAR CIVERA, J.M., DICCIONARIO DE ENERGIA SOLAR. EDITORIAL ALHAMBRA, ESPAÑA, 1983, pp. 33-34.

Estos dos últimos métodos de conversión térmica constituyen procesos de dos etapas: 1) la energía solar se convierte en calor por medio de un sistema de colectores; 2) el calor producido se convierte en energía eléctrica por medio de un esquema convencional con la ayuda de un motor térmico; por ejemplo una turbina de vapor. Ambos sistemas difieren en las formas de recolección de la energía solar, en los instrumentos de trabajo y en el carácter del ciclo termodinámico. La eficiencia global de los sistemas termoelectricos va desde un bajo porcentaje para los sistemas de baja gradación hasta 15-20% para los sistemas de alta gradación que cuentan con concentradores solares<sup>51</sup>.

Al igual que con la energía nuclear, con la energía solar se podría disponer virtualmente de una fuente ilimitada de energía si pudiera ser canalizada hacia la producción de energía útil para los seres humanos. En la actualidad ya hay aplicaciones comerciales para ambas formas de aprovechar la radiación solar principalmente en cuanto a calefacción y enfriamiento de aire y agua en casas y edificios, así como la producción experimental de electricidad; así, por ejemplo, la empresa francesa Sofretes fabrica pequeñas plantas eléctricas accionadas por energía solar con colectores planos que operan a base de freón.

La utilización de la energía solar se ha visto limitada por factores tales como los siguientes: no todas las áreas del planeta reciben la suficiente radiación todo el año como para poder aprovechar la energía solar; y la tecnología necesaria para aprovecharla (especialmente la tecnología fotovoltaica) es aún muy cara en comparación con los energéticos convencionales. La tierra recibe aproximadamente un medio diezmillonésimo de la energía que irradia el sol; sin embargo, con tan sólo dos días se recibe una cantidad de energía igual a la de todas las reservas de combustibles fósiles conocidas<sup>52</sup>. El aprovechamiento de esta

---

<sup>51</sup> Rev. COMERCIO EXTERIOR, mayo de 1984, pág. 382.

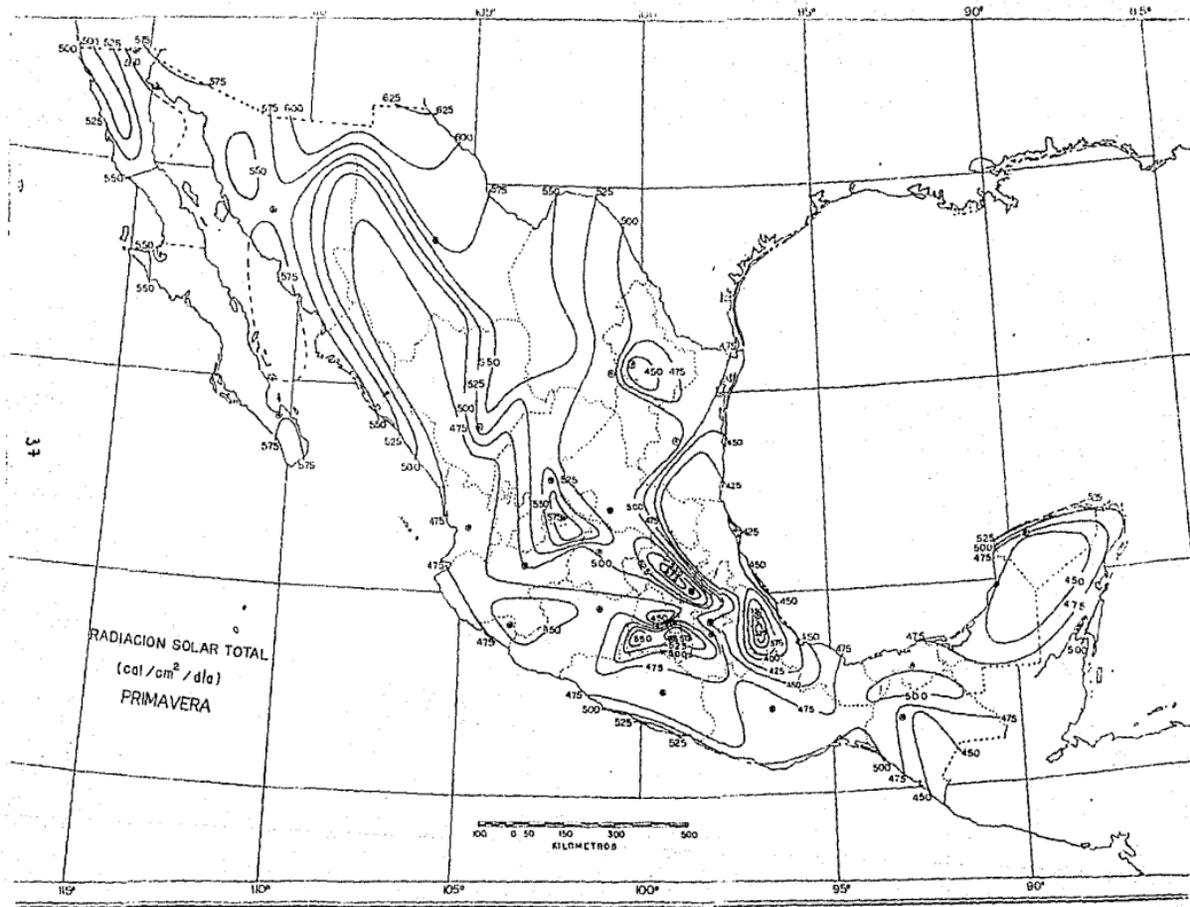
<sup>52</sup> Enciclopedia Combinada de la Energía, vol.5, FUENTES FUTURAS, pág. 18.

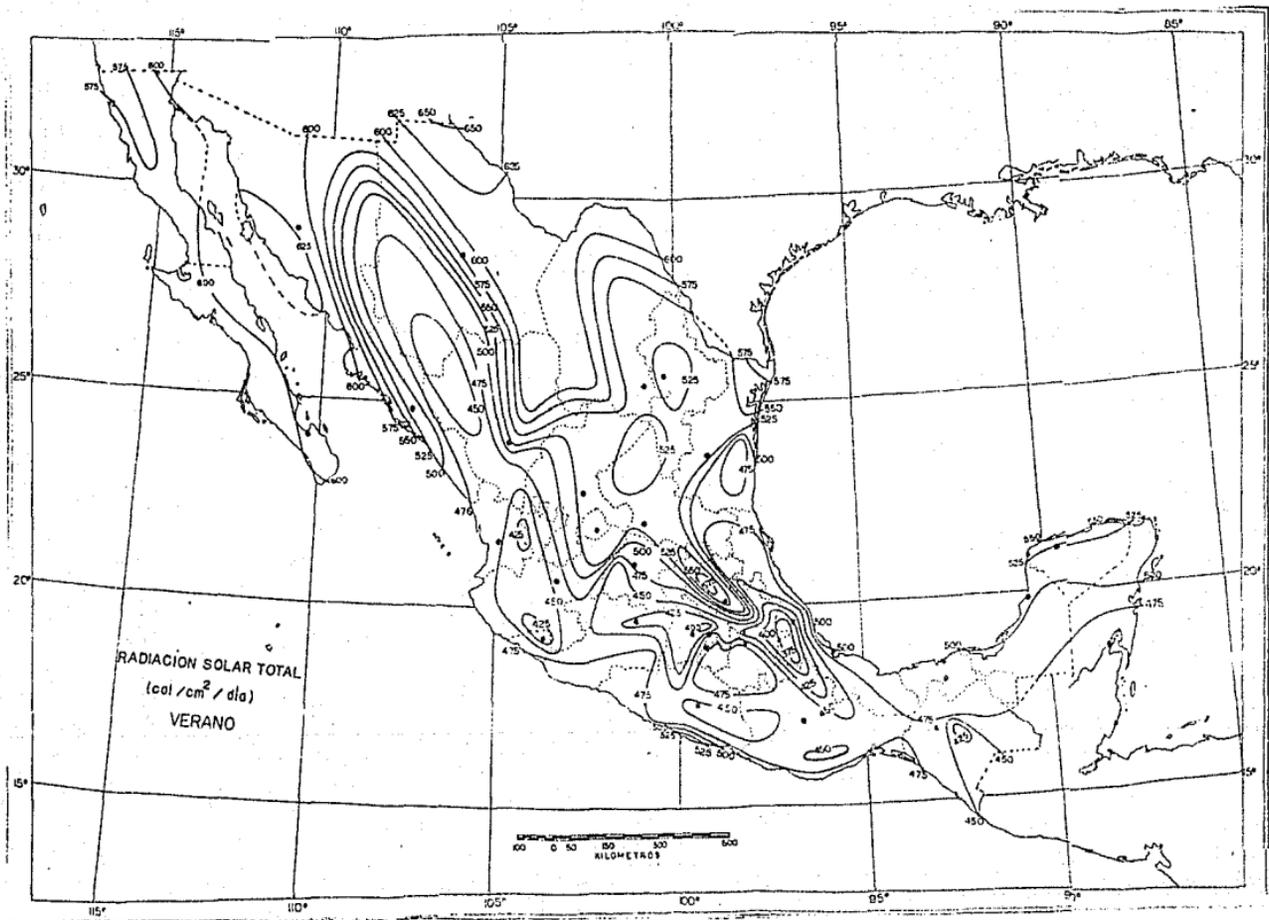
<sup>53</sup> Enciclopedia Combinada de la Energía, vol.5, FUENTES FUTURAS, pág. 18.

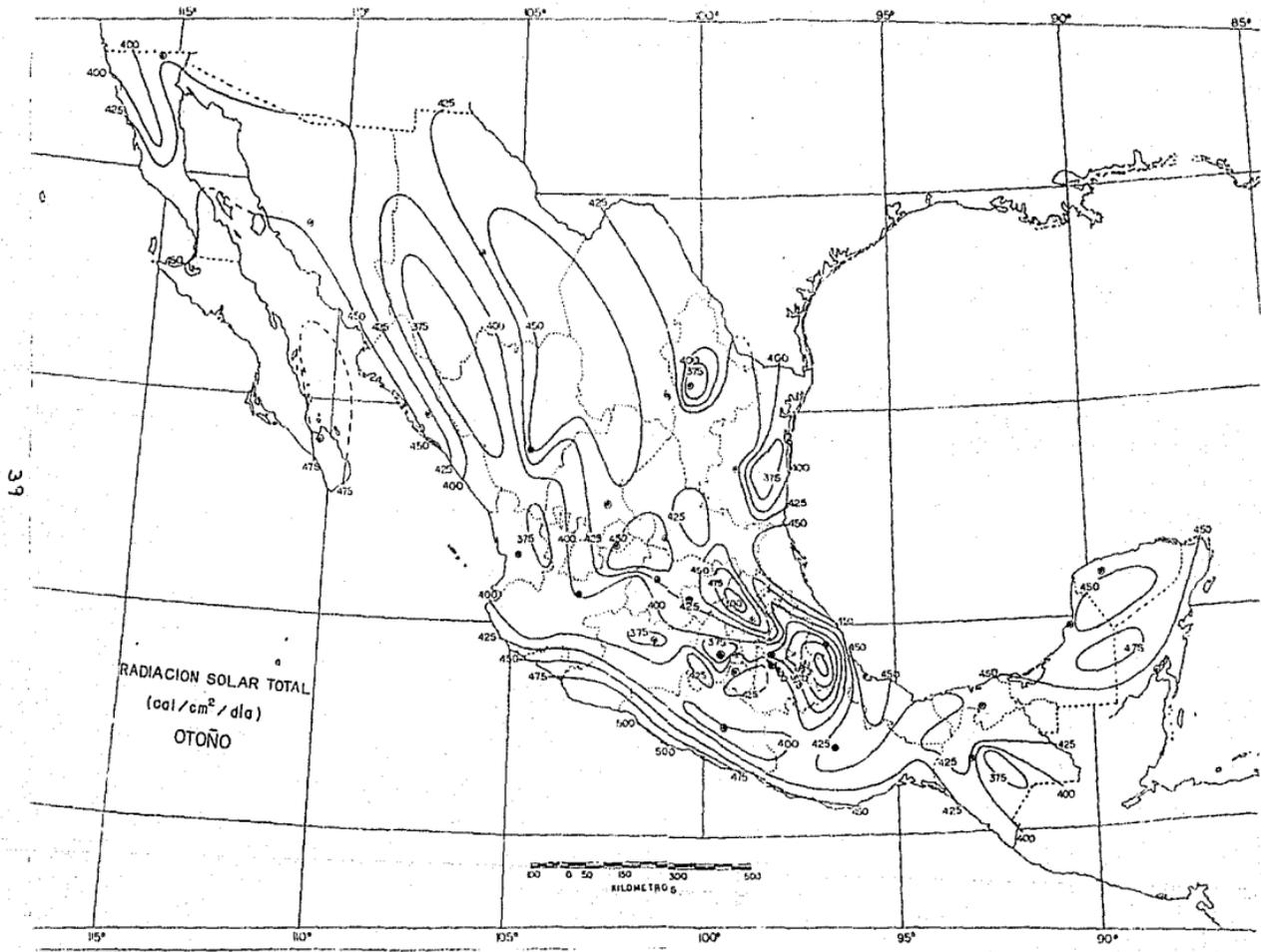
energía podría ampliarse instalando estaciones orbitales para captar y convertir a electricidad la energía solar, para enviarla posteriormente a la tierra por medio de emisiones de microondas de alta energía. También se podría utilizar la luz solar para el alumbrado público de ciudades por medio de espejos orbitales gigantes (los proyectos al respecto se encuentran en estudio). Sin embargo, a menos que haya un descubrimiento tecnológico imprevisto en los próximos años, la participación de la energía solar, para los próximos 100 cuando menos años, seguirá siendo pequeña. Las regiones con máximas de radiación solar (climatológicamente) permanentes o semipermanentes son: una gran porción del estado de Hidalgo centrada en el Valle del Mezquital, el Bolsón de Mapimí, la región comprendida por el estado de Aguascalientes y la parte noreste de Jalisco, la región comprendida por Baja California Sur y el suroeste de Sonora, la costa sur del estado de Guerrero, la costa noroeste del estado de Yucatán y la región que comprende el sureste del Distrito Federal, el sur del Estado de México, Morelos, norte de Guerrero, suroeste de Puebla (depresión del Balsas).

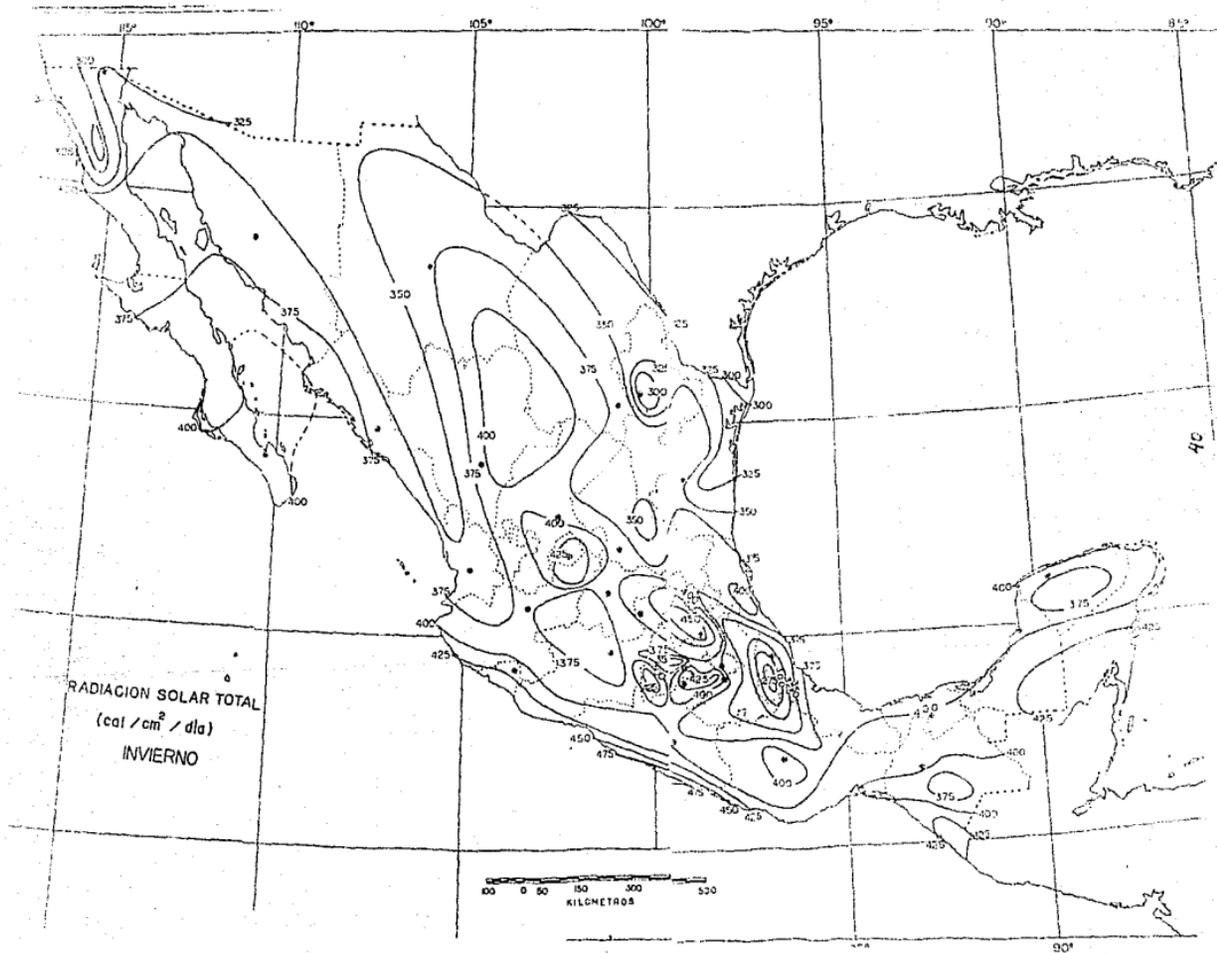
Es importante señalar que la distribución de la radiación solar está fuertemente influenciada por los sistemas montañosos, asimismo el gradiente de radiación está fuertemente influenciado en México por los sistemas montañosos, asimismo el gradiente de radiación se acentúa a finales de primavera y durante el verano, periodo que corresponde a la temporada de lluvias en el país; este gradiente decrece en invierno, durante la temporada de secas.

Mareas. - Las mareas o más correctamente la fuerza maremotriz, al igual que la hidroelectricidad, es una fuerza susceptible de ser tratada como un energético. En la actualidad esta forma de energía está en etapa experimental, y a un futuro previsible no va a contribuir de manera importante a la oferta de energía mundial. Su novedad tecnológica lo hace uno de los energéticos menos convencionales. La idea general es la de aprovechar la energía









cinética de las mareas y las corrientes marinas para mover turbo-generadores que proporcionen electricidad. Hay una estación que utiliza la fuerza maremotriz en un estuario del río Rence, en la costa de Bretaña, en Francia. Uno de los problemas que enfrenta este tipo de energía es que la electricidad difícilmente puede ser almacenada (hablando a escalas de Megawatts), y si no es utilizada de inmediato se desaprovecha, lo cual hace que las estaciones generadoras deben, para ser efectivas, tener una capacidad instalada suficientemente grande como para abastecer de electricidad a la población en las horas pico, mucha de la cual será desperdiciada en las horas de baja demanda. Una posible solución a este problema sería utilizar al máximo la energía de estas fuentes para la demanda baja y reforzar la generación con el auxilio de gaso-eléctricas y termoeléctricas convencionales para las horas pico, y al mismo tiempo educar a los consumidores para reducir las variaciones fuertes en la demanda. Otro problema que presenta esta forma de energía es que pocos lugares en el mundo tienen una diferencia entre mareas lo suficientemente grande para ser útil, y las únicas plantas operativas de energía de las mareas se encuentran en la Unión Soviética y en Francia<sup>54</sup>. Desafortunadamente para México, el país no reúne las condiciones de variación importante entre la marea alta y baja para poder utilizar de manera redituable esta forma de energía. La mayoría de las variaciones máximas entre la pleamar y la baja mar en los puertos mexicanos es de alrededor de un metro.

Nuclear.- Desde el descubrimiento de que la fisión del átomo (y más tarde la fusión), procedimiento capaz de liberar cantidades enormes de energía, se ha buscado la forma de utilizarla no en forma de una explosión súbita y devastadora, sino de manera gradual y controlable. Entre los elementos radiactivos capaces de servir como combustibles nucleares se encuentran el hidrógeno pesado o deuterio, que se encuentra en el agua en proporción de 3g/ton., por lo cual se puede afirmar que hay recursos para millones de

---

<sup>54</sup> Enciclopedia Combinada de la Energía, vol.5, FUENTES FUTURAS, pág. 18.



años con el uso de este elemento; el litio, que también se recupera del agua de mar aunque en menores proporciones; el torio es otro mineral radiactivo que potencialmente se podría utilizar como energético; sin embargo, es el uranio con mucho el elemento radiactivo más estudiado y más utilizado comercialmente para usos de generación de energía. El uranio natural contiene típicamente un 99.3% de uranio<sup>238</sup> y 0.7% de uranio<sup>235</sup> (a los diferentes átomos de un mismo elemento que se diferencian en cuanto al número de neutrones en el núcleo, o sea su masa atómica, se les conoce como isótopos), el combustible nuclear es por lo común un tipo de uranio enriquecido, el cual contiene alrededor de un 3% de uranio<sup>235</sup>; otro uranio que se puede producir artificialmente es el uranio<sup>233</sup> el cual se produce a partir del torio<sup>232</sup>. El plutonio<sup>239</sup> es un elemento artificial que se produce a partir del

uranio<sup>238</sup>. De tal manera se desarrolló la tecnología de los reactores nucleares que utilizan la radioactividad del combustible nuclear (uranio) para calentar hasta evaporarse un líquido que puede ser agua normal o agua pesada (D<sub>2</sub>O), y cuyo vapor es capaz de mover una turbina generadora de electricidad. Francia que es un país dotado de pocos recursos petroleros y que ha agotado sus recursos de gas, optó por un programa acelerado para desarrollar la energía nuclear que lo ha convertido en el primer país del mundo en cuanto a la importancia que representa la núcleo-electricidad en su producción total de energía eléctrica. La potencia instalada pasó de 3,000 Mw/h en 1973 a 45,000 Mw/h en 1986. Para 1987 la electricidad generada en Francia por medios nucleares representó el 70% de la producción total de electricidad. Hasta agosto de aquel año, ese país contaba con 49 unidades nucleares que producían 43,188 Mw y había 14 unidades en construcción planeadas para dotar de 17,665 Mw al país. Los franceses tienen pensado exportar sus excedentes de electricidad en un futuro cercano<sup>55</sup>. En México se encuentran yacimientos de minerales radioactivos (principalmente roca fosfórica) en el estado de Baja California Sur<sup>56</sup>, y, en menor medida, aunque ya se encuentran en explotación, se encuentran yacimientos en los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato y San Luis Potosí<sup>57</sup> (ver la sección sobre reservas de uranio en México en el siguiente apartado). Los reactores nucleares avanzados tales como el del tipo llamado "de cría" (el cual produce su propio combustible) y el de fusión (que en teoría no tiene límites en cuanto a sus fuentes de energía), están en desarrollo experimental aún y tienen serios problemas tecnológicos a ser resueltos. Si estos problemas se resolvieran, el costo a largo plazo de ese tipo de energía sería bajo. Hay

---

<sup>55</sup> Rev. Información Científica y Tecnológica, publicación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), vol. 10, núm. 148, México, Noviembre de 1988, número dedicado a EL RETO ENERGÉTICO, artículo HIDROCARBUROS, ¿ ENERGÍA EN DECADENCIA?, de Ulises Ladislao, pp. 24-25.

<sup>56</sup> SECRETARÍA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, PROGRAMA NACIONAL DE ENERGETICOS 1984-1990, MEXICO, 1984, p.44.

<sup>57</sup> *ibid.*, *ídem.*

gran debate en la comunidad científica acerca de si esas fuentes virtualmente ilimitadas de energía estarán disponibles para la primera parte del siglo XXI<sup>58</sup>.

Hidrógeno. - Un excelente combustible, ya sea como gas o líquido, disponible en cantidades prácticamente ilimitadas en nuestro planeta; el hidrógeno es fácilmente transportable por tuberías, no es corrosivo, es limpio para el medio ambiente, y produce una gran cantidad de energía en relación a su volumen. También tiene la ventaja de que cuando se quema hidrógeno en el aire produce agua, por lo que no causa contaminación. Sin embargo, su producción por hidrólisis del agua requiere de una gran cantidad de energía y en la actualidad no es realizable de manera comercial, aunque su producción por medio de la utilización de la energía del viento, de las mareas y del sol presenta una alternativa interesante para el problema del almacenamiento y transporte de la energía producida por las fuentes no-convencionales. En los Estados Unidos se han construido varios prototipos de automóviles y camiones que consumen hidrógeno en lugar de gasolina. En México no se está utilizando esta fuente energética en la actualidad.

---

<sup>58</sup> ENCYCLOPEDIA OF ENERGY, McGraw-Hill, U.S.A., 1976, pág. 64.

## 1.2 RESERVAS DE ENERGETICOS.

Cuando se habla de "reservas de energéticos", generalmente se piensa en hidrocarburos. A continuación se presentan algunas definiciones que nos servirán para normar criterios:

**Reserva de hidrocarburos, petróleo y gas.** Se considera el almacenado por la naturaleza bajo la corteza terrestre, a diferentes profundidades, en receptáculos conocidos como yacimientos. Bajo el punto de vista de la seguridad de la existencia y de la factibilidad técnica y económica de su recuperación, se pueden dividir en reservas probadas o medidas, probables o indicadas, posibles o inferidas y en potenciales.

Las reservas probadas o medidas son las derivadas del conocimiento de las características de los yacimientos, obtenidas de los pozos perforados.

Las reservas probables, son aquellas que indican con alto grado de probabilidad que se encontrarán yacimientos; la certidumbre proviene de la información geológica acerca de las fuentes de hidrocarburos en producción así como de la cercanía de los lugares a yacimientos con reservas probadas recuperables.

Las reservas posibles son aquellas que pueden existir en áreas o provincias con características geológicas supuestamente semejantes a aquellas existentes, en donde se ha probado con anterioridad la existencia de hidrocarburos.

Reservas potenciales, son aquellas que, con bases hipotéticas y especulativas, presuponen la existencia de yacimientos en un país petrolero aunque aún no se cuente con el apoyo de estudios y exploraciones geológicas y geofísicas<sup>59</sup>.

El problema de calcular cantidades realistas de las reservas de petróleo crudo y gas natural es mucho más difícil que el de calcular las reservas de hulla, debido a que las acumulaciones de petróleo o gas ocurren en rocas

---

<sup>59</sup> Colegio Nacional 19821, pp. 74-75, disertación del Ing. Martín Nava.

sedimentarias porosas de regiones limitadas de espacio subterráneo con dimensiones horizontales de entre 100 metros a 7.5 kilómetros. El eventual descenso del número de descubrimientos por unidad de esfuerzo exploratorio no proporciona, sin embargo, una base para elaborar estimaciones confiables.

Según quince estimaciones diversas, publicadas entre 1959 y 1973 por geólogos y por compañías internacionales de petróleo, acerca de las reservas mundiales de petróleo, se obtiene un total mundial de reservas que varía entre  $1.2 \times 10^{12}$  hasta  $2.48 \times 10^{12}$  barriles de petróleo, y un promedio de  $1.84 \times 10^{12}$  barriles. Sin embargo en estos estudios no se habían tomado en cuenta los yacimientos de petróleo descubiertos en México con posterioridad a 1973, lo cual agrega unos  $50.5 \times 10^9$  barriles más al total.

Un análisis muy interesante es el realizado por R.L. Jodry<sup>60</sup> sobre las reservas mundiales de petróleo que presenta una gráfica referente a la distribución geográfica estimada de las reservas mundiales de petróleo. La gráfica de Jodry<sup>61</sup> (gráfica 8) nos da un total de  $1.952 \times 10^{12}$  barriles de petróleo, o sea ( $2.002 \times 10^{12}$  barriles considerando las nuevas reservas de México). La zona sombreada representa qué porcentaje del total de sus reservas ya ha sido extraído en las diversas zonas. Otras opiniones<sup>62</sup> difieren en cuanto a la verdadera potencialidad de las reservas de los combustibles fósiles y el tiempo que es razonable esperar que duren en condiciones rentables de explotación, se argumenta que el análisis de los recursos de combustibles fósiles en el mundo (carbón, petróleo, gas natural), respecto a sus costos de extracción y utilización, ha demostrado que continuarán desempeñando un importante papel en el balance energético mundial durante un periodo largo, tal vez hasta la mitad del próximo siglo. Las reservas de combustibles fósiles son mucho mayores que lo previsto.

---

<sup>60</sup> destacado geólogo norteamericano según la Enciclopedia de la Energía (ver bibliografía).

<sup>61</sup> ENCYCLOPEDIA OF ENERGY, MacGraw-Hill, U.S.A., 1976, pág. 17.

<sup>62</sup> Styrikovich, M.A. y Sinyok, J.V., miembros de la Academia de Ciencias de la URSS e integrantes de un grupo consultor del Presidente de dicha Academia sobre problemas energéticos, citados en la Rev. Comercio Exterior, del Banco Nacional de Comercio Exterior, vol. 34, núm. 5, mayo de 1984, pág. 371.

Incluso en el caso del petróleo, cuyo período de agotamiento parecía ser más corto, fue factible incrementar significativamente los recursos recuperables. Ello se logró gracias a la explotación de los yacimientos profundos, los cercanos a las costas y los ubicados en las regiones polares, así como mejorando los métodos de recuperación: primero se deberán extraer los recursos energéticos más económicos y a continuación los más costosos, los que se convertirán en un incentivo inevitable y objetivo para elevar los precios reales de los energéticos. Esto será un factor importante en la reconstrucción del balance energético mundial de sus regiones particulares. Otra opinión que pudiera considerarse optimista es la expresada en la Enciclopedia Combinada de la Energía, en la cual se apunta que los recursos petroleros del mundo se estiman en 10,000 billones de barriles, de las cuales ya se han utilizado aproximadamente 450 billones; también se indica que las compañías petroleras esperan recuperar 2,000 billones adicionales o 2,400 utilizando métodos mejorados de recuperación. La misma enciclopedia señala que de una fuente separada por completo -esquisto y arenas petrolíferas- se podrá obtener en el futuro cercano unos 600 billones de barriles de petróleo<sup>63</sup>. Traducido a términos de años de reservas, la misma fuente señala que las reservas terrestres de petróleo y gas recuperables se espera que duren 28 y 51 años respectivamente. Con métodos mejorados de recuperación, estas cifras pueden alcanzar 100 y 150 años. Pero todavía se quedan cortos del carbón, que tiene reservas probadas de 188 años y potencial para durar de 1,000 a 3,000 años<sup>64</sup>. Por otra parte, según fuentes oficiales del gobierno de México, las reservas mundiales probadas de gas natural, incluidas las de las economías centralmente planificadas, se sitúan en unos 3,000 billones de pies cúbicos (BPC) o sea 5 millones de millones de barriles de petróleo equivalente, esto es, más de las tres cuartas partes de las reservas probadas de petróleo. Se estima que 75% de los depósitos son de gas no asociado<sup>65</sup>. Estos recursos podrían alcanzar para 50 años a las tasas históricas de producción, en tanto que el petróleo podría durar 30 años. Algunos depósitos, cuya explotación actual no es económica, podrían

---

<sup>63</sup> EDICION COMBINADA DE ENERGIA, tomo 2, PETROLEO, pág. 38.

<sup>64</sup> EDICION COMBINADA DE ENERGIA, tomo 2, CARBON, pág. 39.

<sup>65</sup> Ponencia del Lic. Eliseo Mendoza Berrueto, entonces subsecretario de energía de México, en el Seminario sobre Estudios Internacionales del Gas Natural, celebrado en El Colegio de México del 3 al 5 de mayo de 1984, publicada en la Revista COMERCIO EXTERIOR, del Banco Nacional de Comercio Exterior, de mayo de 1984.

ampliar las reservas y el gas podría conservar su sitio en el mercado energético por más tiempo aún<sup>66</sup>. La Unión Soviética se halla a la vanguardia, con 41% de las reservas, seguida por los países de la OPEP<sup>67</sup>, que representan 32%. Estados Unidos, Canadá y México disponen de 12% en su conjunto. La naturaleza del gas determina que su participación en el comercio internacional se limite al 12% de la producción, por las dificultades que suponen su almacenamiento, transformación y distribución. Es por ello que a pesar de las grandes reservas mundiales de gas natural, su producción representa sólo 37% de la producción mundial de hidrocarburos. El principal productor es Estados Unidos, que aporta 34.3% del total mundial, seguido por la URSS, con 31.1%; Europa Occidental participa con 10.4%; Canadá y México contribuyen con 4.5 y 2.8 por ciento respectivamente<sup>68</sup>.

Así, según datos oficiales, en hidrocarburos México cuenta con unas reservas probadas totales, al 31 de diciembre de 1983, ascendieron a 72 mil 500 millones de barriles de hidrocarburos líquidos<sup>69</sup> y 77 billones de pies cúbicos de gas natural<sup>70</sup>. Por tipo de hidrocarburos, (ver gráfica no. 9) las reservas se integran por 69% de crudo, 21% de gas seco, y 10% de líquidos recuperables del gas (GLR)<sup>71</sup>. El 48% de la reserva se localiza en la Sonda de Campeche, el 20% en el área de Chiapas-Tabasco y el 32% en el resto del país. Internacionalmente estos recursos colocan a México como el quinto país con mayores reservas de crudo y como séptimo en materia de gas<sup>72</sup>. Por volumen total de las reservas probadas de hidrocarburos México ocupa el

---

66 *Ibid*, *idem*.

67 Organización de Países Exportadores de Petróleo.

68 Eliseo Mendoza Berrueto, ponencia mencionada.

69 Ponencia del Ing. Mario Ramón Beteta, entonces Director General de Petróleos Mexicanos, presentada en el Seminario sobre Estudios Internacionales del Gas Natural, que se efectuó en el Colegio de México, del 3 al 5 de mayo de 1984, publicada en la revista COMERCIO EXTERIOR, del Banco Nacional de Comercio Exterior en su edición de mayo de 1984, pág. 44B.

70 Mario Ramón Beteta, ponencia citada, pág. 44B.

71 Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal[1983].

72 Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal[1984], pág.43

cuarto lugar mundial después de la URSS, Arabia Saudita e Irán<sup>73</sup>. México también ocupa el quinto lugar mundial por sus exportaciones, y Petróleos Mexicanos (PEMEX) ocupa el cuarto lugar mundial entre las empresas petroleras en cuanto a producción de hidrocarburos<sup>74</sup>. Según los últimos reportes oficiales del año de 1987, las reservas probadas de hidrocarburos ascendían a 69 mil millones de barriles de petróleo crudo equivalente. La producción diaria de crudo, condensado y líquidos era de aproximadamente 2.95 millones de barriles, de los cuales 1.35 se destinaban a la exportación y 1.6 al consumo interno. La producción diaria de gas natural era de 99.1 millones de metros cúbicos, equivalentes a 0.69 millones de barriles de crudo, todos ellos para el consumo interno. En la actualidad destaca como importante región de gas natural la zona sur, que en los últimos cinco años ha representado cerca de 70% de la producción total del país<sup>75</sup>.

Cabe hacer notar que para la generación de energía eléctrica, en 1987 se usaron 0.25 millones de barriles diarios de combustible y diesel, además de 8.9 millones de metros cúbicos de gas. En conjunto se destinó el 13.6% del consumo interno total de hidrocarburos a la industria eléctrica, con lo cual ésta produjo el 68.9% del total de electricidad generada en el país.

En hidroenergía, es un hecho que aún queda mucho por desarrollar ya que de un total mundial identificado (según un estudio de la Administración Federal de Energía de los EEUU publicado en 1974<sup>76</sup>) de  $2,261 \times 10^6$  kilowatts, se había desarrollado hasta ese año únicamente  $329.4 \times 10^6$  kilowatts, es decir menos del 15% (ver gráfica 10). Se presenta una gráfica del aprovechamiento del potencial hidroeléctrico en el mundo por áreas. La tabla 1 muestra el panorama mundial de las principales plantas hidroeléctricas.

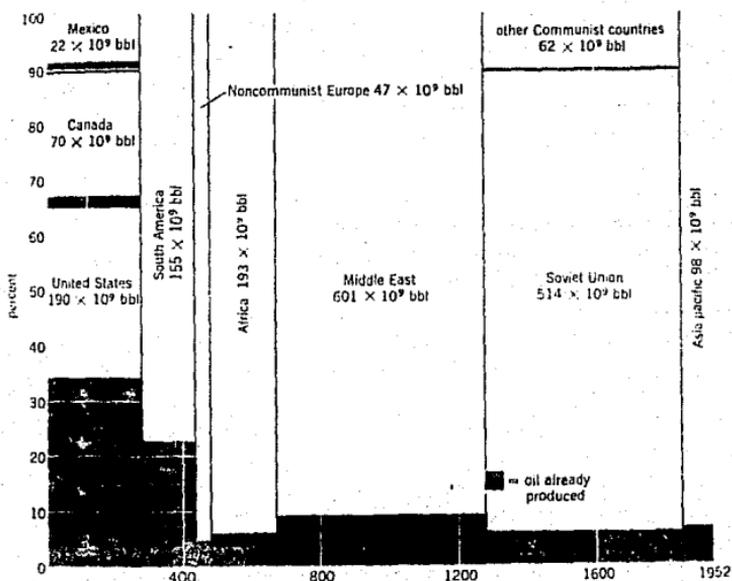
---

<sup>73</sup> Eliseo Mendoza Berrueto, ponencia mencionada.

<sup>74</sup> Rev. El Mercado de Valores, año XLVI, Num. 13, Marzo 31, 1988, publicada por Nacional Financiera S.A., pág. 303.

<sup>75</sup> Eliseo Mendoza Berrueto, ponencia mencionada.

<sup>76</sup> Citado en la obra *Encyclopedia of Energy*, op. cit., pág. 83.



Gráfica 8.

Representación gráfica de la estimación de Jodry, reconocido por la Enciclopedia de la Energía (ver bibliografía) como uno de los geólogos internacionales más serios y experimentados, de las reservas finalmente recuperables de petróleo crudo. Las zonas oscuras al pie de cada columna o sector representan las cantidades que ya han sido consumidas.

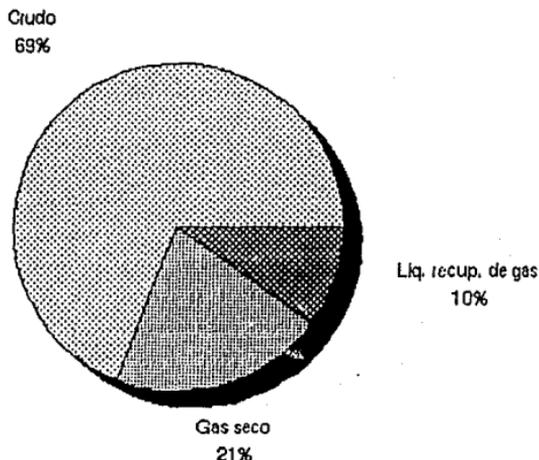
En 1979 se consideraba para México un potencial hidráulico de 172 TWh<sup>77</sup> anuales, estudios más recientes revelan que el potencial aprovechable es de apenas 80 TWh, de los cuales ya se utilizan prácticamente 27<sup>78</sup>. Según el Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988, considerando solamente los

<sup>77</sup> TWh es la abreviatura de Terawatt/hora; un Terawatt equivale a mil millones de watts.

<sup>78</sup> DEL FUEGO AL ATOMO, op. cit., pág. 57.

# Reservas Probadas de Hidrocarburos

México, 1987

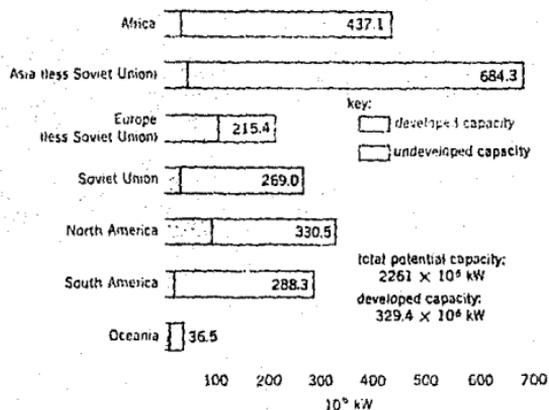


Gráfica 9.  
Reservas probadas de México por tipo de hidrocarburos.

escurrimientos con volumen y presión importantes localizados en el territorio nacional, se estima un potencial hidráulico aprovechable de 80 TWh, de los cuales en la actualidad solamente se aprovecha el 29.8%<sup>79</sup>. En 1987 la capacidad total instalada en centrales hidroeléctricas era de 7 millones 546 mil kw. Durante 1988 se concluyeron los estudios de factibilidad de 18 proyectos, cuya ejecución incrementará la generación eléctrica en 11 TWh adicionales. El aprovechamiento de los 42 TWh restantes, aproximadamente en otros 52 proyectos, requerirá de varias décadas y su factibilidad dependerá de los estudios detallados que se realicen en el futuro<sup>80</sup>.

<sup>79</sup> Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal [1983].

<sup>80</sup> DEL FUEGO AL ATOMO, op. cit., pág. 57.



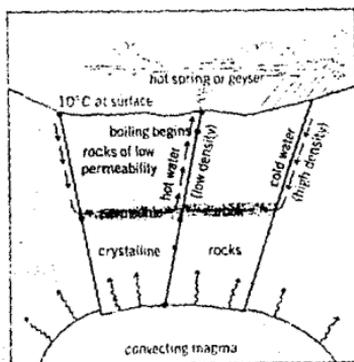
Gráfica 10.

Potencial hidroeléctrico mundial desarrollado y no desarrollado, hasta 1973 (según datos de la Administración Federal de Energía de los EE.UU.).

**Reserva de energía geotérmica.** La energía geotérmica es aquella que proviene del calor almacenado en la corteza terrestre. Se puede lograr generar energía eléctrica de fuentes geotérmicas principalmente de dos maneras, la natural y la por perforación (o artificial). En forma natural, las emisiones existentes de vapor de agua o de agua caliente, tales como fumarolas, géiseres o inclusive depósitos subterráneos de agua caliente (ver gráfica 11), son utilizados para generar vapor de alta presión, el cual a su vez hace girar una turbina normal para la generación de electricidad. Por su parte, en el caso de generación por perforación, el calor profundo de la corteza de la tierra es captado al perforar un hoyo profundo, inyectar agua fría hacia abajo y recibir de regreso agua caliente en forma de vapor, por

Lugar	Primera Producción	Capacidad en MW	
		Instalada	Planeada
Itaipu, Brasil/Paraguay	1983	12,000	
Grand Coulee, U.S.A.	1942	6,430	10,080
Guri (Raúl León), Venezuela	1968	2,800	10,060
Tucuruí, Brasil	1982		6,480
Sayano-Shushensk, URSS	1960	6,400	
Corpus-Christi, Argentina/Paraguay	1990		6,000
Krasnoyarsk, URSS	1968	6,006	6,008
La Grande 2, Canadá	1982		5,328
Churchill Falls, Canadá	1971	5,225	5,225
Bratsk, URSS	1964	4,100	4,600
Ust'-Lilinsk, URSS	1974	3,875	4,500
Cabora Bassa, Mozambique	1974	2,075	4,160
Yacyretá-Apipe, Argentina/Paraguay	1988		4,050
Rogun, URSS	1985		3,600
Randolph-Hunting, U.S.A.	1901		3,575
Paulo Afonso, Brasil	1955	1,524	3,409
Patí (Chapelón), Argentina	1990		3,300
Drumley Cap, U.S.A.	1973	3,200	3,200
Inga 1, Zaire	1974	360	2,820
Gezhouba, China	1986		2,715
John Day, U.S.A.	1969	2,160	2,700
Nurek, URSS	1978	900	2,700
Revelstoke, Canada	1983		2,700
Sao Simao, Brasil	1979	2,680	2,680
Ilha Solteira, Brasil	1973	2,650	2,650
La Grande 4, Canadá	1984		2,637
Nico, Canadá	1976	1,736	2,610
Volgograd-Congreso 22, URSS	1958	2,560	2,560
Itaparica, Brasil	1985		2,500
Bennet W.A.C., Canadá	1969	2,116	2,418
Chicoasén, México	1980	1,500	2,400
Atatürk, Turkía	1990		2,400

Tabla 2.  
Las 32 plantas hidroeléctricas más grandes del mundo.



Gráfica 11.

Modelo de sistema geotérmico de agua caliente a alta temperatura.

medio de una tubería central aislada térmicamente. El equipo para la generación de electricidad utilizado para aprovechar estas emisiones naturales es actualmente bastante confiable y estándar, y, por otro lado, la mínima proporción de costos de combustible hacen que la energía geotérmica sea la fuente más barata para la generación de energía eléctrica, con las tecnologías actualmente disponibles.

En la tabla 2 se presenta una comparación de varios desarrollos de aprovechamiento de la energía geotérmica en el mundo indicando el año de la primera instalación para la generación de electricidad, así como la capacidad instalada hasta 1973. Se considera que dado el actual estado de desarrollo tecnológico, una profundidad de perforación de 3,000 metros

constituye el máximo económicamente viable para la explotación de la energía geotérmica. Por otra parte, alrededor del año 2000 el potencial disponible debería incluir todas las zonas meta situadas a menos de 5,000 metros de profundidad. Se calcula que globalmente la base de recursos para todos los países del mundo, incluidas las desviaciones de los gradientes medios de temperatura en los casos conocidos, es de  $14.5 \times 10^{25}$  Joules, o sea,  $4 \times 10^{13}$  GWh<sup>81</sup>. Es ésta una cantidad muy considerable de energía que constituye el principal factor de apoyo de la importancia de la energía geotérmica. En México se conocen más de 400 zonas con manifestaciones geotérmicas. La reserva probada es de 1,260 Mw, y la probable de 4,200 Mw, repartidos en poco más de 15 sitios<sup>82</sup>. La potencialidad del recurso permitiría una instalación de hasta 3,900 MW a largo plazo, de los cuales en 1984 se aprovechaban solamente 445 Mw en la plantas generadoras de Cerro Prieto, Baja California y en el Estado de Hidalgo. La Comisión Federal de Electricidad tenía planeado alcanzar 620 Mw para fines de 1990, meta que fue superada pues para 1987 existían ya en operación centrales geotérmicas con capacidad para producir 650 Mw y era factible llegar a tener en el futuro un total de 2,000 Mw, que aportarían a lo mucho 14 TWh anuales<sup>83</sup>. Por otro lado, la tabla 3 presenta un panorama del tipo de plantas que se están construyendo en México para la generación de electricidad.

**Otras reservas energéticas.** Se sabe que el país cuenta con vastos yacimientos de carbón y posiblemente de uranio, con fuentes importantes de energía geotérmica, y en varias regiones del país hay condiciones apropiadas para aprovechar la energía eólica y la solar<sup>84</sup>.

De acuerdo con las últimas estimaciones, los recursos de carbón de los países en desarrollo ascienden a 230,000 millones de toneladas (los recursos recuperables, desde el punto de vista técnico y económico, representan 65,000 millones de toneladas)<sup>85</sup>.

---

<sup>81</sup> Rev. EL MERCADO DE VALORES, publicación de NACIONAL FINANCIERA, S.A., año XLI, núm. 23, agosto 17 de 1981, pág. 881.

<sup>82</sup> DEL FUEGO AL ATOMO, op. cit., pág. 57.

<sup>83</sup> *Ibid.*, *idem.*

<sup>84</sup> Colegio Nacional[1982], disertación del Ing. Leopoldo García Colín.

<sup>85</sup> ENERGY IN THE DEVELOPING COUNTRIES, Banco Mundial, agosto de 1980, pp. 84-85, citado en la revista COMERCIO EXTERIOR, mayo de 1984, pág. 380.

Lugar	Primera Instalación	Capacidad en MW	
		Instalada	Planeada
Ecuador			*
Etiopía (Danakil)	1985	8	50
Hungría		1,168	*
Italia (Larderello)	1904	480	320
Islandia	1969	1,141	*
Indonesia	1965	32	60
Japón (Honshu)	1968	4,473	2,700
Kenia	1985	30	*
Zaire, (Kinshasa, Katukwa)		1	*
México			
Cerro Prieto	1970	650	3,300
Hidalgo	1959	5	*
Nueva Zelanda			
Wairekai	1959	200	500
Kaverau	1955	10	*
Santa Lucía			*
El Salvador		1	*
Estados Unidos**			
The Geysers, Calif.	1960	800	1200
Mojave, Calif.			2 lug
Condado Indio, Calif.			4 lug
Salton Sea, Calif.		3	100
Hawaii			*
Condado Eureka, Nev.			*
Alaska			*
Unión Soviética			
Kamchatka	1967	655	*
50 lugares diferentes			*

Tabla 3.

Desarrollos de producción de electricidad en base a la geotermia natural hasta 1975.

\* lugares con un gran potencial que aún están en etapa de planeación.

\*\* en los EEUU también hay lugares con potencial geotérmico natural en los estados de Nuevo México, Arizona, Oregon, Washington y Wyoming.

Lugar	Capacidad en MW	
	Primera Producción	Instalada: Tipo:
A. de Cantrejón, Gro.	1987	3x198 Hidroelé.
Ostucacán, Chis.	1987	4x105 Hidroelé.
Sinaloa de Leyva, Sin.	1987	2x 48 Hidroelé.
Zapopan, Jal.	1990	2x120 Hidroelé.
Acuña, Coah.	1987	2x 33 Hidroelé.
Culliacán, Sin.	1990	2x 85 Hidroelé.
Zinapécuaro, Mich.	1989	1x 50 Geotérm.
Mexicali, B.C.	1987	1x110 Geotérm.
Cd. Hidalgo, Mich.	1989	3x 5 Geotérm.
Chinautla, Pue.	1988	3x 5 Geotérm.
Pitiquito, Son.	1988	2x158 Combustól
Manzanillo, Col.	1989	2x350 Combustól
Lerdo, Dgo.	1990	2x160 Combustól
La Unión, Gro.	1984	2x350 Combustól
Villa de Reyes, S.L.P.	1987	1x350 Combustól
Tuxpan, Ver.	1990	2x350 Combustól
Tijuana, B.C.	1989	1x160 Combustól
Valladolid, Yuc.	1990	2x37.8 Combustól
Tula, Hgo.	1987	1x100 C. Combin
Comondú, B.C.S.	1991	2x 20.5 Diesel
Nava, Coah.	1987	1x300 Carboelé.
Nava, Coah.	1991	2x350 Carboelé.
Laguna Verde, Ver.	1988	1x654 Nucleoelé
Laguna Verde, Ver.	1992	1x654 Nucleoelé

Tabla 4.  
Principales obras en proceso de construcción por la C.F.E. en México durante 1987.

<sup>DB</sup> Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Año XLI, septiembre-octubre de 1987, Revista de la Asociación Mexicana de Ingenieros Mecánicos y Electricistas, A.C.

En general, México tiene poco carbón térmico, que sirve para producir calor pero no es coquizable y se aprovecha para la producción de energía eléctrica. La reserva probada de carbón no coquizable es de 643 millones de toneladas, lo cual permitiría instalar una capacidad de generación de energía de alrededor de 5,500 MW, de la cual sólo se aprovecha el 10%<sup>87</sup>. Uno de los principales aprovechamientos se encuentra cerca de Piedras Negras, Chihuahua, y es explotado por la empresa paraestatal Minera Carbonífera Río Colorado (MICARE).

Mundialmente se estima la reserva de uranio en alrededor de 2 millones de toneladas, y se tiene una demanda anual del orden de 30,000 toneladas. Sin embargo hay que considerar que el uranio que se encuentra en la naturaleza no es todo de una misma clase pues se encuentra distribuido con mucha mayor abundancia entre su isótopo principal uranio<sup>238</sup>; otro isótopo del uranio -el uranio<sup>235</sup>- es el que posee importancia energética y militar por ser el único que pasa por la fisión nuclear, desafortunadamente también es mucho menos abundante; en el uranio natural, el isótopo fisionable comprende menos del 1% del total. La mayor parte del abasto mundial de uranio viene de Estados Unidos, Canadá, Australia, Sudáfrica y Namibia; pero otros países, incluyendo Francia, Gabón, Nigeria e India, también tienen reservas sustanciales<sup>89</sup>. En México se conoce la existencia de alrededor de 14,500 toneladas de uranio, de las cuales se estima que únicamente 10,600 presentan posibilidades de extraerse. Con la instalación de 1,308 Mw en la central nucleoelectrónica Laguna Verde, se habrá comprometido cerca del 60% de las reservas probadas, permitiendo los recursos restantes la instalación de 1,000 Mw adicionales<sup>89</sup>.

---

<sup>87</sup> SECRETARÍA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, PROGRAMA NACIONAL DE ENERGETICOS 1984-1988, MEXICO, 1984, pág. 44.

<sup>88</sup> Enciclopedia Combinada de la Energía, vol. 5, ENERGÍA NUCLEAR, pág. 12.

<sup>89</sup> SECRETARÍA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, PROGRAMA NACIONAL DE ENERGETICOS 1984-1988, MEXICO, 1984, pág. 44.

Sin embargo existe una opinión disidente, la del doctor Vinicio Serment, de la Facultad de Ciencias de la UNAM, quien comenta:

"En cuanto a las reservas uraníferas de México, lo que se tiene cuantificado es únicamente lo que serviría para la operación de las dos unidades de Laguna Verde en toda su vida útil, pero cabe mencionar que falta por explorar todavía mucho territorio."<sup>90</sup>

La mayor parte de las reservas mundiales de carbón, uranio e hidrocarburos no convencionales (tales como esquistos y arenas bituminosas) se encuentra localizada en los países industrializados, mientras que las de petróleo y gas se encuentran concentradas sobre todo en los países de menor desarrollo relativo (ver gráfica 12). En términos globales, las reservas probadas mundiales de hidrocarburos convencionales (petróleo y gas) se incrementaron sólo en 23% entre 1973 y 1981, mientras que en el mismo periodo las de carbón aumentaron en 124% y las de uranio en 425%. Por su parte, la demanda de estos energéticos se incrementó en 9%, 20% y 300%, respectivamente, durante igual lapso<sup>91</sup>.

En cuanto a energía solar, existen estimaciones respecto de la radiación solar total en el país. Los valores máximos absolutos de radiación solar total se tienen en México mensualmente en los meses de mayo y junio<sup>92</sup> (2,931.6 Kwh/m<sup>2</sup>)<sup>93</sup> en el norte del estado de Chihuahua, estacionalmente en la

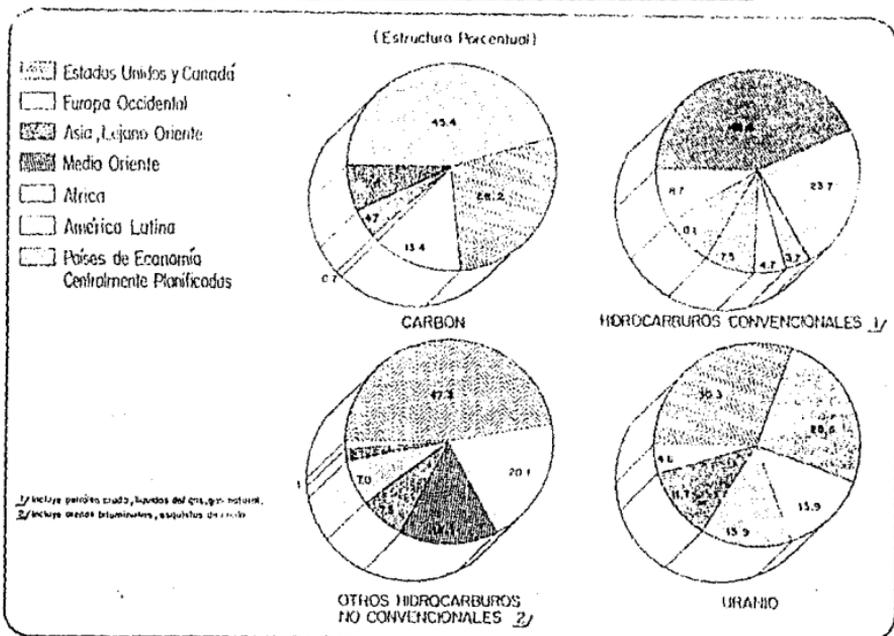
---

<sup>90</sup> Colegio Nacional[1982], pág. 44

<sup>91</sup> Programa Nacional de Energéticos, pág. 30.

<sup>92</sup> GALINDO, I. y CHAVEZ, A., ESTUDIO DEL CLIMA SOLAR EN LA REPUBLICA MEXICANA, VOL. I: RADIACION SOLAR TOTAL., INSTITUTO DE GEOPHISICA DE LA UNAM y DIRECCION GENERAL DE SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, MEXICO, 1977, pág. 15.

<sup>93</sup> La cifras que vienen en el ESTUDIO DEL CLIMA SOLAR EN LA REPUBLICA MEXICANA, de Ignacio Galindo y Adolfo Chávez, están dadas en langleya por día, la cual es un medida de intensidad luminosa. Para una mayor claridad en el tratamiento de la luz como energético, se procedió a convertir dichas cifras a Kwh/m<sup>2</sup> ya que de esa manera es más fácil comparariarlas con otras fuentes de energía. Para la conversión se utilizó el factor de un langley/minuto = 0.00694 watt/cm<sup>2</sup>; es decir 69.8 w/m<sup>2</sup> y 100.812 kw/m<sup>2</sup> al día, es decir 4.108 Kwh/m<sup>2</sup> considerando un rendimiento ponderado para las 24 horas de un día completo.



Gráfica 12.  
Reservas energéticas probadas en el mundo hasta 1981.

misma región durante el verano (2,722.2 Kwh/m<sup>2</sup>) y anualmente en el Valle del Mezquital, Hidalgo (2,188.7 Kwh/m<sup>2</sup>). Los valores máximos anuales son importantes también en el norte del estado de Chihuahua, Baja California Sur, noroeste y costa suroeste de Sonora, Bolsón de Mapimí y la región comprendida por el estado de Aguascalientes y noreste de Jalisco (2,094 Kwh/m<sup>2</sup>). En México se fabrican colectores solares para el calentamiento de agua desde hace más de 30 años, aunque aún no han recibido el suficiente impulso y sus costos de fabricación son elevados; Japón es probablemente el país que cuenta con un mayor número de calentadores solares de agua con captadores planos. Se estima que ya en 1979 poseía más de dos millones de sistemas instalados; las proyecciones indican que para 1990 podrá alcanzar

la cifra de ocho millones de casas habitación con estos sistemas, y proporcionará un 30 por ciento del total de la demanda de calefacción en casas y oficinas<sup>84</sup>. En el Departamento de Energía Eléctrica, del Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), se ha conseguido una eficiencia en celda fotovoltaicas cercana al 17%, lo cual se ha logrado en muy pocos laboratorios en el mundo<sup>85</sup>. En la actualidad se utiliza la energía solar en México para la transmisión de programas de telesecundaria y de radiofonía rural en la sierra de Puebla<sup>86</sup>. También se utiliza la energía solar para la operación de los teléfonos de emergencia ubicados en las autopistas que van de la Ciudad de México a las ciudades de Puebla, Cuernavaca y Toluca. No obstante las limitaciones de la utilización de las energías solar y eólica, éstas pueden ser alternativas prácticas y viables para atender las necesidades de electricidad en el medio rural.

---

<sup>84</sup> ALTERNATIVAS ENERGETICAS, de Alonso Concheiro, Antonio y Rodríguez Viqueira, Luis, publicado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el Fondo de Cultura Económica, México, 1985, pág. 14, citado en la Rev. Información Científica y Tecnológica, noviembre de 1988, pág. 33.

<sup>85</sup> Rev. Información Científica y Tecnológica, del CONACYT, noviembre de 1988, pág. 44.

<sup>86</sup> Rev. FORUM, artículo LOS OTROS CAMINOS DE LA ENERGÍA, de Joaquín Saavedra, pág. 45, México, 1 de marzo de 1982.

## CAPITULO 2.- LA UTILIZACION DE LA ENERGIA.

**RESUMEN.**- En este capítulo se presenta un panorama de la evolución del uso de la energía y los energéticos por el hombre, así como una perspectiva de las alternativas energéticas en la sustitución de los hidrocarburos como fuente principal de energía.

### 2.1 LA UTILIZACION DE LOS ENERGETICOS EN EL MUNDO.

Prehistoria.- Históricamente el hombre empleó el fuego como primera manifestación de energía. Es lógico pensar que para producir fuego, el hombre primitivo utilizó la fricción de dos maderas para lograr una temperatura lo suficientemente elevada como para que produzca fuego, o tal vez utilizó la fricción de dos piedras como el pedernal, para hacer saltar pequeñas chispas que a su vez pueden producir fuego. El caso es que el fuego primitivo muy probablemente tuvo su asiento en la combustión de yescas o de leños, y por su fácil disponibilidad también es lógico pensar que el hombre siguió utilizando estos materiales por mucho tiempo, aún después de la invención de la escritura, como el energético primordial.

Historia Antigua.- Ya desde los tiempos de Homero se tenía conocimiento de sustancias tales como el petróleo, aunque desde esas épocas y hasta comienzos del siglo XX, el petróleo no era usado como energético sino como producto medicinal<sup>1</sup>. También se empezó a utilizar el aceite como combustible para lámparas, pero su uso no se popularizó sino hasta la invención del mechero de aceite.

Por su parte la historia de la energía eólica se remonta al año 3500 antes de nuestra era, cuando los sumerios armaron las primeras embarcaciones de vela. Después los griegos construyeron

---

<sup>1</sup> Asimov [1983].

máquinas que funcionaban con el viento. Este fue desde la antigüedad el motor de las embarcaciones. Han pasado 5,500 años y los veleros surcan aún los mares.

Sin embargo, ésta es sólo una de las bondades del viento. Otra aplicación familiar, cuya imagen aparece inmediatamente, son los molinos de viento. La historia del molino de viento es incierta. Hay quienes afirman que el primero de estos molinos surgió en Seistán, Persia (hoy Irán), aunque parecen existir indicios anteriores de su presencia en la isla griega de Miconos.

Los chinos utilizaron desde la antigüedad los molinos eólicos para bombear agua y regar sus tierras; un caso notable fue el uso de carretillas impulsadas con velas para facilitar el transporte de mercancías de un lado a otro. Ya en el siglo XIX, los chinos construyeron un vagón de ferrocarril de pasajeros que tenía una gran vela; la principal desventaja era la espera, a condiciones favorables que en ocasiones, era bastante larga.

Los molinos de viento "enigmaran" rápidamente a Europa. Por un lado, llegaron al norte de Africa y a España, y por otro, al norte de Europa. La primera alusión directa a ellos en Europa se remonta al año 1105, cuando por encargo de un Papa, el Abad de Savigny construyó varios molinos en diversas provincias francesas.

A principios del siglo XIII los molinos eólicos invaden toda Europa. Y es precisamente al final de este siglo cuando aparecen los famosos molinos holandeses usados para bombear agua. Aunque cabe señalar que otra aplicación importante fue para la molienda de granos y muchos de los cuales aún existen en Holanda, España y Australia.

En 1782 aparece el motor de vapor de Watt y con él se abre la puerta para la Revolución Industrial, con sus máquinas térmicas, más eficientes, más baratas y que podían funcionar continuamente, lo cual trae como consecuencia que se preste menos atención al uso de sistemas eólicos. A finales del siglo XVIII y durante todo el XIX, el aprovechamiento de la fuerza de los vientos pasó a ser mera curiosidad, salvo unas cuantas excepciones, como las turbinas con aspas de madera y después de acero, diseñadas por

Daniel Halladay y Stuart Perry a finales del siglo XIX.

El viento se produce por el calor que genera el Sol, combinado con el movimiento de rotación de nuestro planeta. Los rayos solares calientan la atmósfera, produciendo corrientes de convección. Esto es, corrientes más o menos circulares que van de la parte alta de la atmósfera a la baja, para luego regresar a la primera. De estas corrientes, únicamente las fuerzas horizontales son dinámicas y pueden transformarse, por medio de aspas, en energía utilizable.

La potencia máxima que proporciona un aerogenerador depende fundamentalmente de dos parámetros: la velocidad del viento y el radio de las aspas. Concretamente, la potencia es proporcional al cubo de la velocidad del viento. Así que para poseer un aerogenerador de gran potencia se necesita escoger un lugar cuyos vientos sean veloces la mayor parte del año (entre 10 y 40 km/h aproximadamente).

A pesar de que el uso de la energía eólica para el transporte y la agricultura es muy antiguo, la conversión de esta energía a electricidad pertenece a este siglo, entre otras razones porque la aplicación extensa de la electricidad surgió a finales del siglo pasado.

Revolución Industrial. - Con el advenimiento de la Revolución Industrial se tuvo necesidad de buscar otras fuentes energéticas que permitieran la operación de las máquinas que se estaban inventando de manera eficiente, segura y económica. De esa manera al empezarse a utilizar el vapor como fuerza motriz, se le dió importancia al carbón (vegetal y mineral) por su mayor poder calorífico (con respecto a la leña) y por tener menos problemas de almacenamiento (no se descompone y es más compacto). De esa forma el carbón como energético fue el más importante para los procesos industriales de la época.

En el siglo XIX se difunde el uso del motor de combustión interna y se comenzaron a utilizar los energéticos a base de hidrocarburos<sup>2</sup>. Con la invención del motor de combustión interna

---

<sup>2</sup> Editorial Cumbre[1992], pág. 303.

se empezó a tomar interés en el petróleo y sus productos derivados (sobre todo gasolina, diesel, y kerosinas) como energéticos. La explotación del petróleo trajo consigo la extracción de gas natural, el cual al comienzo fue simplemente quemado (sin aplicación energética), aunque se le ha ido tratando de utilizar como energético a medida que hay tecnología para ello y que la obtención del petróleo se ha ido haciendo más difícil.

A principios del siglo XX, el carbón suministraba 95% de los energéticos que se consumían en el mundo<sup>3</sup>, sin embargo su importancia como energético pronto se vería opacada por el petróleo y posteriormente por la energía hidráulica para la generación de electricidad. A raíz de la invención de la bombilla eléctrica de Edison la electricidad fue creciendo en importancia y se desarrollaron investigaciones acerca de las maneras más eficientes y económicas de generarla. Se buscaron básicamente nuevas formas de hacer girar los generadores de energía eléctrica y se vio que el vapor era una fuerza motriz bastante conocida y estudiada en esa época, aunque otros fluidos como el agua y el aire también podrían hacer girar los generadores. Con el desarrollo de la turbina hidráulica fue posible aprovechar la fuerza de las caídas de agua, y como generalmente se necesita construir presas para obligar al agua a caer desde mayor altura o con mayor volumen y el hacerlo beneficia a la agricultura, la construcción de plantas hidro-eléctricas y presas se vio muy estimulada en las primeras décadas del siglo XX.

Economías de post-guerra. - Durante la II Guerra Mundial, con el empleo masivo de aviones, tanques, vehículos automotores, buques y submarinos con motores a diesel, el petróleo -como energético barato- ganó preponderancia en el mundo, lo cual se ha reflejado en las economías de la post-guerra, hasta nuestros días. Sin embargo, la disponibilidad del petróleo está siendo cada vez

---

<sup>3</sup> Rev. FORUM, artículo LOS OTROS CAMINOS DE LA ENERGÍA, de Joaquín Saavedra, México, 1 de marzo de 1982, pág. 40.

menor al irse agotando los yacimientos con petróleo a poca profundidad y obligar a extraer este energético de yacimientos cada vez más profundos, cada vez más alejados y en lugares inhóspitos como plataformas marinas. Por otra parte, aunque el precio del petróleo sigue siendo muy bajo con respecto al costo de otras fuentes alternativas de energía, se ha comenzado a preparar la transición energética del petróleo a fuentes tales como la nuclear y solar, que por ahora son más caras, por razón del previsible agotamiento de las fuentes rentables de petróleo.

Otra consecuencia directa de la II Guerra Mundial es el desarrollo contemporáneo de la industria nucleo-eléctrica para dar usos pacíficos a esta forma de energía.

Era Post-Industrial. - Se puede decir que en la actualidad las economías desarrolladas del mundo están entrando a una etapa post-industrial o de economía de servicios, donde las actividades terciarias (servicios) se expanden hasta ser las principales contribuyentes a la formación del producto económico de la sociedad. Como consecuencia de lo anterior los requerimientos de energía por unidad de P.I.B. disminuyen y mucha de la energía que utiliza la sociedad se destina al transporte, al acondicionamiento del clima (calefacción y refrigeración) y a la iluminación de las ciudades<sup>4</sup>. El carbón, que antes de la crisis petrolera de 1973 había descendido hasta representar únicamente un tercio del total de los energéticos que consume el mundo, ha venido ganando terreno como alternativa inmediata para la sustitución del petróleo como fuente de energía, y se espera que pase de 36 millones de barriles diarios de petróleo equivalente en dicho año a 68 millones en el año 2,000; la tasa de crecimiento anual prevista para el periodo mencionado es de 3%<sup>5</sup>. El proyecto espacial norteamericano ha conducido desde 1959 experimentos de utilización de la energía solar; en dicho año fue

---

<sup>4</sup> Federal Republic of Germany [1977].

<sup>5</sup> World Energy Outlook 1980, publicado por la compañía EXXON, de la EXXON Background Series, New York, citado en la Rev. FORUM, artículo LOS OTROS CAMINOS DE LA ENERGÍA, de Joaquín Saavedra, México, 1 de marzo de 1982, pág. 40.

lanzado a la órbita terrestre el primer satélite VANGUARD, el cual utilizaba 108 celdas de silicio que le suministraban energía a su aparato de radio<sup>6</sup>. Por motivos de agotamiento de los recursos petrolíferos y de crecimiento demográfico en las grandes ciudades se impone la necesidad de buscar nuevos energéticos, que sean a la vez renovables y no-contaminantes. Ese es el reto energético de nuestros días. Además de utilizar reactores nucleares para complementar su abasto de energía, los Estados Unidos y otros países de Europa, entre los que destaca España, se encuentran desarrollando proyectos de generación de electricidad en base al Sol y a la energía eólica. Entre los proyectos más sobresalientes de generación de electricidad en base a estas fuentes no convencionales se puede mencionar: en energía solar, el proyecto de Badajoz, España, de una central solar de 20 Mw que se realizará con una aportación del gobierno alemán del 85% del costo de la central y 15% por parte del gobierno español; el proyecto Barstow, California, Estados Unidos, el cual producirá alrededor de 10 Mw, y nueve plantas más tipo torre de generación eléctrica de 10 Mw; un proyecto soviético de 5 Mw en Crimea, así como los proyectos estadounidenses de plantas de 5 Mw de capacidad térmica<sup>7</sup>; el proyecto Themis de Francia, el cual generará hasta 2 Mw; el proyecto CESA-1, en Almería, España, con capacidad de 1 Mw; la Comunidad Económica Europea está construyendo en Adrano, Sicilia, Italia, junto con un consorcio italo-franco-germano, una central de 1 Mw de potencia utilizando para ello una torre de 54 metros de altura, la cual recibirá la luz solar reflejada por 112 espejos (6,200 m<sup>2</sup>). Este proyecto se denominará Eureka y su funcionamiento consistirá en convertir agua en vapor dentro de una caldera utilizando para ello el calor concentrado por los espejos, de la caldera el vapor pasará a un turbo-generador que producirá electricidad. Un proyecto que combina el aprovechamiento de la energía solar junto con la

---

<sup>6</sup> AGUILAR PERIS, J. y AGUILAR CIVERA, J.M., DICCIONARIO DE ENERGIA SOLAR, EDITORIAL ALHAMBRA, ESPAÑA.

<sup>7</sup> Rev. COMERCIO EXTERIOR, mayo de 1984, pág. 303.

energía eólica es el que se está desarrollando en Manzanares (Ciudad Real), España, por la compañía Unión Eléctrica en colaboración con el Ministerio de Investigación y Tecnología de la República Federal Alemana. En este proyecto se utilizará una central eólica-solar, la cual es un dispositivo basado en la creación de un tornado artificial en una torre de gran altura; para ello se extiende alrededor de la torre una tela de plástico transparente de gran superficie a poca distancia del suelo; el aire incluido debajo del plástico se calienta por la acción del sol y se eleva en la torre donde acciona unas turbinas. En la actualidad las plantas eléctricas en base a energía solar se caracterizan por un costo extremadamente elevado (8,000 a 10,000 dólares por kilowatt)<sup>8</sup> y por una curva de carga de generación muy poco uniforme, lo que dificulta su funcionamiento eficaz en las redes eléctricas de distribución. Además el empleo de dispositivos especiales de almacenamiento hace que los costos sean más elevados. El costo de la energía eléctrica de estas plantas es de 5 a 10 veces mayor que el de la nuclear o la del carbón<sup>9</sup>.

Un uso de la energía solar diferente de la generación de electricidad que podría llegar a tener gran importancia en los próximos años es el de desalinizar agua de mar con objeto de convertirla en agua potable. En Arinaga, localidad de Las Palmas, Gran Canaria, España, se encuentra instalada la planta desalinizadora por energía solar más importante de Europa, y el ahorro de combustible resultante se calcula en 2.5 Kg de combustóleo por metro cúbico de agua tratada.

---

<sup>8</sup> *Ibid.*, *idem.*

<sup>9</sup> *Ibid.*, *idem.*

## 2.2 LA UTILIZACION DE LOS ENERGETICOS EN MEXICO.

La explotación del petróleo como fuente de energía se inició en el mundo en la segunda mitad del siglo pasado. En México en ese siglo el petróleo no jugó un papel destacado. Las fuentes que se usaban eran la leña, el carbón vegetal, un poco de energía hidráulica y muy poco de carbón mineral. En particular la biomasa se utilizó mucho, causando un gran deterioro ecológico. Actualmente se habla mucho de la biomasa como una solución, pero en el pasado la utilización de la biomasa ha sido un grave problema ecológico, porque grandes zonas se deforestaron debido a ese aprovechamiento. A continuación se presenta una sinopsis algo más detallada del desarrollo de la utilización de los energéticos.

El desarrollo histórico de la utilización de los energéticos en México sigue un curso muy similar al esbozado en el apartado anterior, con la salvedad de que la Revolución Industrial del siglo XIX no tuvo un impacto inmediato en nuestro país, sino que se sintió hacia finales de siglo, especialmente con la introducción de los ferrocarriles de vapor y su rápida expansión en el porfiriato y hasta la Revolución Mexicana. La explotación del petróleo había estado (hasta 1938) desvinculada del desarrollo nacional y era llevada a cabo por compañías extranjeras, principalmente inglesas y norteamericanas, que supeditaban los lugares y el ritmo de explotación a las necesidades de sus mercados externos. Después de la expropiación petrolera llevada a cabo por el Gral. Lázaro Cárdenas el 18 de marzo de 1938, la producción petrolera se desplomó y fue recuperándose muy gradualmente debido, entre otras cosas, a que la producción estuvo vinculada a las necesidades e intereses internos del país y no estaba destinada para su exportación.

La electricidad en nuestro país empezó a introducirse en 1881 cuando por vez primera brillaron 40 lámparas incandescentes en la Ciudad de México marcando así el principio del uso de la electricidad como servicio público<sup>10</sup>. En realidad el uso importante de la electricidad en México no se hizo

<sup>10</sup> CUANDO MEXICO DIO LUZ, CRONICA DE LA ELECTRIFICACION, Aridjje Perea, Patricia., Rev. Información Científica y Tecnológica, noviembre de 1988. CONACYT, México, pág. 10.

presente sino hasta después de la Revolución Mexicana, y se aplicó principalmente al alumbrado público y privado, a la telegrafía y a la operación de motores eléctricos, tranvías urbanos, y a los dispositivos domésticos que ya empezaban a hacer su aparición en la década de los cuarentas. En 1960 se nacionalizó la industria eléctrica y se pudo comenzar a unificar a 60 ciclos la frecuencia de la electricidad de todo el país, así como empezar a desarrollar lo que sería la Red de Interconexión Nacional, la cual permite conmutar excedentes de oferta de energía eléctrica a otras regiones que la necesitan y de esa manera evitar que esa energía tenga que ser descargada a tierra, desperdiciándose.

La energía nuclear, para la cual nos hemos estado preparando desde 1969, no es sino hasta 1988 en que finalmente entra a una etapa de pruebas, y se logró su conexión a la red nacional en abril de 1989 en su fase de producción normal con una de las dos unidades de Laguna Verde, Veracruz.

Lo más importante en el siglo pasado en relación con los hidrocarburos, fue una ley, del año 1884, en la que se otorgaba la propiedad de los mismos al dueño del terreno en que se encontraban. Esto representaba un cambio importante porque la ley anterior, de la época de la colonia, concedía la propiedad del petróleo, al que llamaban "bitúmenes de la tierra", a la Corona. Con la Independencia esa situación permaneció, era propiedad del Estado y se otorgaba en concesión. La mencionada ley de 1884 modifica tal situación y cede la propiedad al dueño del terreno. Este cambio va a ser uno de los puntos cruciales de los conflictos entre las compañías extranjeras y el gobierno de México, durante los años 1938 a 1942.

La explotación del petróleo se inicia en el país en este siglo. El primer dato estadístico de que se dispone es el de 1901, en que la producción del año fue de 10,000 barriles. Aunque insignificante al principio, la producción fue en aumento constantemente y para 1910, el país producía 100,000 barriles diarios de petróleo.

Después de la Revolución, y al hacerse evidente que la riqueza del petróleo se iba de México sin dejar beneficios significativos por vía de impuestos o salarios, se modificó la ley de 1884 en la Constitución de 1917.

y de tal forma el petróleo volvió a ser propiedad pública.

Durante el período de la Revolución las compañías petroleras aprovecharon la situación de vacío político para intensificar -a razón de una tasa promedio del 30% anual- la explotación del crudo durante 10 años, de tal manera que para 1921 la producción se ubicaba alrededor de los 530,000 barriles diarios. En esa época México era el segundo productor mundial de petróleo (después de los Estados Unidos) y el primer exportador de crudo de todo el mundo, ya que de esta cifra más del 95% se vendía al exterior. Sin embargo, el beneficio que México recibía era muy reducido. En años posteriores la producción se redujo rápidamente, llegando en 1932 a 80,000 barriles diarios.

Las compañías petroleras extranjeras, al tener dificultades con el gobierno de México, enfocaron su atención al desarrollo de recientes descubrimientos en otros países, en particular en Venezuela. Esa fue una de las razones para la caída tan dramática de la producción, además de la importante disminución de su demanda, derivada de la profunda recesión que afectó a los países industriales durante más de una década.

El conflicto de intereses continuó, y como es ya muy conocido, culminó en 1938 con la expropiación y nacionalización de la industria petrolera. En ese año la producción se mantenía casi al mismo nivel de 1932, es decir alrededor de 110,000 barriles diarios, gracias al inicio de la explotación de la zona de Poza Rica.

Con la expropiación vino un cambio fundamental en política, consistente en utilizar el petróleo casi exclusivamente para satisfacer las necesidades internas del país, limitando la extracción y la exportación a valores pequeños. En cuanto a la exportación se decidió no sobrepasar, en general, un nivel del 10 o 15 por ciento de la producción.

Después de 1938, la producción aumentó poco a poco, llegando a 525,000 barriles diarios en 1973, casi el nivel alcanzado en 1921. De tal forma, en el período de 1938 a 1973, el crecimiento en la producción fue alrededor del 6% anual. Pero en 1973, a diferencia de 1921, el petróleo no se exportaba sino que se destinaba al consumo interno, siendo incluso necesario importar

una cantidad pequeña para satisfacer las necesidades internas. Durante el período de 1960 a 1974, se llegó a importar un máximo de 60,000 barriles por día.<sup>11</sup>

Acerca de los fines que perseguía la política energética de México en esos años, el Dr. Miguel Wionczek dice:

"...la nunca bien definida política energética de México entre los años treinta y mediados de los setenta tiene como trasfondo una consideración estratégico-política primordial: asegurar al país la autosuficiencia y el control nacional de los recursos energéticos principales (el petróleo y la energía hidroeléctrica) y de su industrialización y distribución. Esta consideración se basó en la convicción de que la amplia disponibilidad de estas dos fuentes energéticas era vital para el proceso de industrialización emprendido más o menos en la época de la expropiación petrolera de 1938. Mientras tanto, otras fuentes energéticas convencionales (el gas natural y el carbón) han sido y siguen siendo aprovechadas en México de modo marginal, y una fuente no-convencional (la energía nuclear) apenas ahora recibe cierta atención. La larga historia petrolera, la abundancia potencial de crudo y el subdesarrollo tecnológico del país en otros sectores energéticos explican en parte esta situación."<sup>12</sup>

En 1973 se presentó la crisis de la energía, con el embargo petrolero de los países árabes hacia algunos de los países más industrializados de occidente, por razones políticas. Esta crisis mundial de abastecimiento de hidrocarburos hizo que se incrementaran rápidamente los precios del petróleo

---

<sup>11</sup> El Colegio Nacional[1982], pág. 70

<sup>12</sup> Wionczek[1982], pp. 84-85.

crudo de exportación, y para México esto fue muy benéfico, ya que en 1972 se habían descubierto los cuantiosos yacimientos de Chiapas y Tabasco, y con ello se ponía al país en la posibilidad de explotar y exportar cantidades importantes de crudo, precisamente en el momento en que internacionalmente éste alcanzaba los mejores precios de su historia. De tal manera comenzó el auge petrolero y la expectativa de una época de bonanza económica para el país.

La política petrolera de México, ante tal panorama, no pudo menos que cambiar y orientarse a explotar los nuevos yacimientos con miras a la exportación y la obtención de divisas. Es así que se inició el proceso que nos llevó a la situación en que nos encontramos actualmente, donde nuestra producción de petróleo es del orden de los 2.8 millones de barriles diarios, de los cuales aproximadamente 1.7 millones se exportan y 1.1 millones se consumen internamente. Sin embargo, en la actualidad la situación es radicalmente diferente de la que prevalecía en 1973, ya que los precios y la demanda de hidrocarburos se han reducido notablemente, la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) ha perdido fuerza y unidad, y la situación de guerra del Golfo Pérsico obligó a Irán e Iraq a vender la mayor cantidad de petróleo posible a precios reducidos en comparación con los de los demás países productores.

Lo anterior nos conduce a una situación donde es preciso hacer frente a una enorme deuda externa contraída con el aval del petróleo, y en gran parte destinada a invertirse en mayor infraestructura petrolera, con la confianza de que los precios internacionales del crudo seguirían incrementándose o al menos se estabilizarían a un nivel alto. Esos precios han bajado a niveles inesperados y, como efecto colateral, los excedentes en divisas de los países como Arabia Saudita, Yemen, y otros que se colocaban en el mercado internacional de dinero disponible para empréstitos han bajado considerablemente, provocando a su vez, un elevamiento en las tasas de interés para los préstamos internacionales en virtud de una mayor demanda de créditos y una menor oferta de recursos financieros.

## 2.3 LA UTILIZACION DE LA ENERGIA NUCLEAR CON FINES PACIFICOS.

La utilización de la energía nuclear con fines de generación de energía es relativamente reciente. En mayo de 1954 la primera planta nucleoelectrónica comenzó a generar electricidad en la Unión Soviética. Pasaron 15 años para que se comenzara a notar la participación de esa energía en el sector eléctrico de los países más desarrollados.

Tomando en consideración el breve período en el que se han desarrollado, instalado y operado los reactores nucleares, es comprensible la falta de experiencia que existe en el terreno jurídico y legislativo correspondiente.

Esto es válido en todo el mundo ya que esta carencia es causa de muchos problemas que, a su vez, entorpecen el desarrollo tecnológico de la energía nuclear y de sus aplicaciones.

Haciendo un poco de historia, en 1955 los Estados Unidos -que durante la Segunda Guerra Mundial habían desarrollado una infraestructura para la fabricación de armas nucleares, y que posteriormente desarrollaron los reactores civiles para la generación de electricidad a partir del átomo-, se encontraban en una situación difícil para amortizar sus inversiones, pues siendo secretos todos los aspectos de la tecnología nuclear no existía un mercado en el cual colocar las plantas nucleo-eléctricas que estaban desarrollando.

Ante este problema Estados Unidos convocó a una conferencia en Ginebra, llamada "Átomos para la Paz," en la cual el objetivo declarado era que todos los países compartirían sus conocimientos y experiencias en el área nuclear para beneficio de la Humanidad. El trasfondo de la conferencia de "Átomos para la Paz" era más bien de tipo comercial. Se trataba de quitarle la imagen bélica a las aplicaciones civiles de la energía nuclear, de abrir un mercado para las empresas que ya tenían diseños comerciales de plantas, y de amortizar las instalaciones de enriquecimiento de uranio que se habían desarrollado para fabricar la bomba.

De cualquier forma, se abrían las posibilidades de aprovechar una nueva fuente energética, y de cada país dependería la forma en que lo hiciera, fuera con fines exclusivamente pacíficos o no, y si lo hacía buscando su independencia tecnológica o lo hacía olvidándose de este factor.

Al igual que muchos países, la Conferencia de Ginebra se tradujo en México en la creación del primer organismo dedicado al desarrollo nacional de energía nuclear, la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN). La ley respectiva entró en vigor el primero de enero de 1956.

Por su importancia y por su escasa difusión nos referiremos a continuación a las centrales nucleoelectricas y a sus principales características.

## 2.4 LAS CENTRALES NUCLEOELECTRICAS

Las centrales nucleoelectricas tienen cierta semejanza con las termoelectricas convencionales, ya que también utilizan vapor a presión para mover los turbogeneradores, pero en lugar de emplear combustibles fósiles para producirlo, aprovechan el calor que se obtienen al fisiónar átomos de los isótopos uranio<sup>235</sup> y plutonio<sup>239</sup> en dispositivos denominados reactores. Existe gran variedad de ellos, pero todos tienen los siguientes elementos en común.

### Combustible:

Aún cuando dentro de los reactores no se efectúa ninguna combustión en el sentido real de la palabra, se denomina combustible, por analogía, al material cuyos núcleos se fisiónan al bombardearse con una fuente de neutrones. En un reactor puede emplearse como combustible uranio natural (en el cual el isótopo uranio<sup>238</sup> representa el 99.3% y el isótopo uranio<sup>235</sup> tan sólo el 0.7%), o bien uranio enriquecido, en el que la proporción de uranio<sup>235</sup> aumenta aproximadamente hasta 3%.

Existen otros materiales fisiónables que pueden usarse como combustible. Estos son el plutonio<sup>239</sup> y el uranio<sup>233</sup> que se producen artificialmente a

partir del uranio<sup>238</sup> y del torio<sup>232</sup>, respectivamente.

#### Moderador:

Los neutrones que se generan como consecuencia de la fisión de los núcleos de uranio<sup>235</sup> tienen, al emitirse velocidades de aproximadamente 20,000 km/s. Para que estos neutrones puedan a su vez fisiónar a otros núcleos de uranio<sup>235</sup> de una manera eficiente y prosiga así la reacción en cadena, se debe disminuir su velocidad hasta 2 km/s aproximadamente; proceso que se conoce como termalización de los neutrones. Esto se logra intercalando alguna sustancia cuyos átomos se encargan de frenar a los neutrones, por medio de choques, provocando que estos últimos pierdan velocidad. Dicha sustancia se denomina "moderador".

Entre los moderadores más comunes podemos citar: el agua, el grafito y el agua pesada; esta última es un líquido semejante al agua natural, pero en lugar de tener moléculas formadas por átomos de hidrógeno, está constituido por átomos de un isótopo de dicho elemento llamado deuterio, cuya masa es prácticamente el doble de la del hidrógeno, ya que mientras el núcleo del hidrógeno consta tan sólo de un protón, el del deuterio está formado por un protón y un neutrón.

Las sustancias que sirven de moderadores absorben distintas cantidades de neutrones; por ejemplo, el agua natural absorbe más neutrones que el agua pesada y, para compensar el efecto que esta disminución de neutrones tiene sobre el número de fisiones, se debe aumentar el número de átomos de uranio<sup>235</sup>, enriqueciendo el combustible.

#### Refrigerante:

La gran cantidad de calor que se genera en el reactor a consecuencia de la reacción nuclear, debe ser extraída para producir el vapor que se requiere en la generación de energía eléctrica y, al mismo tiempo, mantener lo suficientemente baja la temperatura de los distintos elementos que se encuentran en su interior para que éstos no sufran ningún deterioro. Esto se consigue mediante la acción de un fluido que se conoce como refrigerante y que puede ser un gas como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) o el helio, o algún

líquido como el agua, el agua pesada o el sodio fundido.

Las diferentes combinaciones entre combustibles, moderadores y refrigerantes dan lugar a los diversos tipos de reactores. A continuación se mencionan los más comunes.

#### Reactor de Agua Pesada a Presión (Pressurized Heavy Water Reactor -PHWR o CANDU).

La principal característica de este reactor desarrollado en Canadá y conocido también como CANDU, consiste en que utiliza uranio natural como combustible y agua pesada como moderador y enfriador.

El núcleo del reactor se encuentra dentro de un cilindro denominado calandria, atravesado axialmente por tubos de paredes relativamente gruesas llamados tubos de presión, en cuyo interior se alojan los elementos combustibles. La calandria está llena de agua pesada, que actúa como moderador de los neutrones.

Por dentro de los tubos de presión, bañando los elementos combustibles, circula agua pesada, que actúa como refrigerante de dichos elementos, y provoca que su temperatura se eleve sin llegar a entrar en ebullición, debido a que la presión en el interior de los tubos es muy alta. El agua pesada caliente pasa después a un generador de vapor, donde transfiere su energía térmica a un circuito independiente de agua normal y la hace hervir. El vapor generado mueve un turbogenerador para producir energía eléctrica; después se condensa y regresa de nuevo al generador de vapor, cerrando el circuito del agua normal. Por su parte, el agua pesada regresa al reactor para continuar refrigerando los elementos combustibles, cerrando por su parte el circuito del agua pesada. Es importante tener en cuenta que estos circuitos son independientes entre sí, y que únicamente se transfiere calor del agua pesada al agua normal sin llegar a entrar en contacto con ella.

#### Reactor de Agua a Presión (Pressurized Water Reactor -PWR)

Diseñado para mover a los submarinos nucleares, este tipo de reactor ha

probado ser el de más éxito mundial. En este tipo de reactor los elementos combustibles se encuentran dentro de una vasija a presión llena de agua, que desempeña el papel tanto de moderador como de refrigerante. Como en el caso del reactor CANDU, el agua no hierve debido precisamente a la presión interna de la vasija. Después, el agua transmite su energía térmica a otro circuito de agua natural y la hace entrar en ebullición, fenómeno que tiene lugar en el generador de vapor. Dicho vapor se utiliza para mover el turbogenerador, después de lo cual es condensado y regresa de nuevo al generador de vapor. Por su parte, el agua a presión, después de haber transmitido el calor, se reintegra al reactor para repetir su ciclo.

Este tipo de reactores utiliza como combustible uranio enriquecido, en el cual la proporción del isótopo uranio <sup>235</sup> aumenta de 0.7% a 3%, como se mencionó anteriormente.

El PWR cuesta menos de construir que los reactores enfriados a gas y son en lo general más baratos, aunque su consumo de combustible es más elevado<sup>13</sup>.

#### Reactor de Agua Hirviente (Boiling Water Reactor -BWR)

Se asemeja mucho al PWR, ya que también utiliza agua natural como moderador y enfriador y uranio enriquecido como combustible. La diferencia estriba en que en el reactor BWR, el agua entra en ebullición dentro de la vasija, gracias a que la presión interior es menor que en el PWR, produciéndose directamente el vapor que se utiliza para mover el turbogenerador. Como en los casos anteriores, después de efectuar esta operación, el vapor se condensa y regresa al reactor para repetir el ciclo.

Ambos reactores integran la familia de los reactores de agua natural, que domina ampliamente el mercado de la industria nucleoelectrónica. El tipo de reactor utilizado en la central nucleoelectrónica de Laguna Verde es precisamente el BWR.

#### Reactor Enfriado por Dióxido de Carbono y Moderado por Grafito (Gas Cooled Reactor -GCR)

---

<sup>13</sup> Enciclopedia Combinada de Energía, vol. 5, ENERGÍA NUCLEAR, pág. 18.

Aún cuando en las primeras etapas de desarrollo de la industria nucleoelectrónica estos reactores ocupan un lugar importante, su popularidad ha disminuído sensiblemente con el tiempo debido principalmente a razones económicas. A diferencia de los anteriores, este sistema no utiliza agua como enfriador, sino dióxido de carbono; emplea grafito como moderador y uranio natural en forma de metal como combustible.

Existen varios tipos de reactores que por su escasa significación o por escapar a los propósitos que se persiguen, no serán abordados. Tal es el caso del reactor avanzado enfriado por gas (AGR) de Gran Bretaña; del reactor moderado por grafito y enfriado por agua (LGR) de la Unión Soviética, etc.

#### Reactor Rápido de Cría Enfriado por Sodio (Liquid Metal Fast Breeder Reactor -LMFBR)

Este reactor utiliza combustible enriquecido en más del 20 por ciento, ya sea con uranio 235 o plutonio 239. Su peculiaridad es que el núcleo se rodea con un manto de uranio natural o empobrecido, que al absorber neutrones poco moderados, se transforma en plutonio y de esta manera cría nuevo combustible en mayor cantidad que el que consume. El plutonio criado puede utilizarse como carga inicial de nuevos reactores de cría o como recargas de reactores CANDU, PWR, BWR, o GCR. El enfriador en estos reactores es sodio fundido, el cual también modera incipientemente los neutrones, aunque no es ese su propósito pues la reacción de cría se favorece con neutrones rápidos.

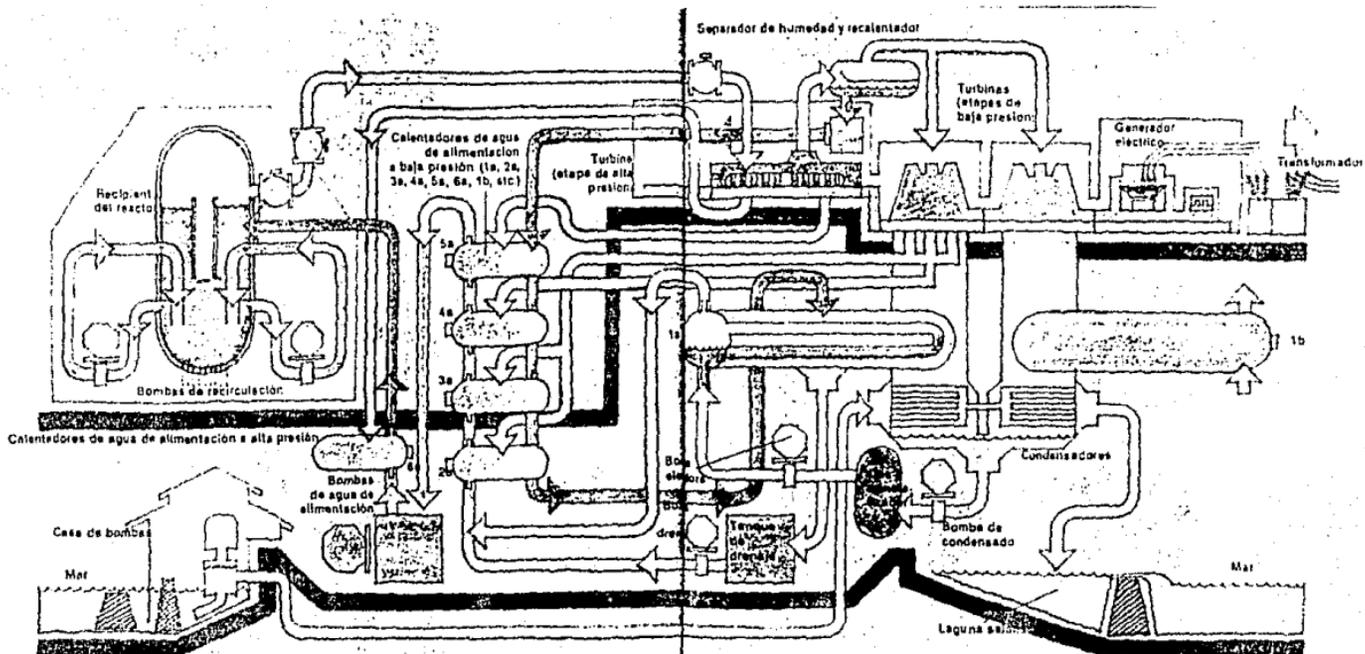


Diagrama esquemático de una unidad de la Central Nuclearéctrica de Laguna de (reactores tipo BWR)

## 2.5 COSTOS DE LA NUCLEOELECTRICIDAD.

Se hará un análisis de costo por kilowatt de una planta nuclear como la que está construyendo nuestro país en Laguna Verde, con la aclaración de que no se pudo trabajar con cifras exactas, debido a que los costos desglosados de la inversión efectuada por el gobierno hasta este momento -julio de 1989-, constituyen uno de los secretos mejor guardados de la administración pública federal.

A "grosso modo" el ingeniero Miguel Medina Vailland, Jefe del Departamento de Ingeniería Nuclear de la Comisión Federal de Electricidad, nos hace una comparación entre el costo de la generación de energía eléctrica en una planta nuclear y una termoeléctrica:

"Por las características mismas de la energía nuclear, donde en términos muy gruesos un KILOWATT instalado cuesta del orden (sic) de 3 veces lo que en una planta térmica convencional, teniendo más o menos su misma componente de importación, es muy importante que se produzcan en el país todos esos bienes que, como ya hemos visto, no tenemos; y no sólo ahora, aún antes que no se veía la situación de divisas tan mala, sería muy difícil pensar en un programa así si no se producen en el país los bienes demandados."<sup>14</sup>

Entre otras consideraciones generales al respecto de los costos de la nucleoelectricidad tenemos la opinión del Ing. Adrián Lajous, quien se desempeñara dentro de la Dirección General de Energía de la SEPAFIN:

"(según el) Dictamen sobre la conveniencia de instalar la primera planta nucleoelectrónica (en México), elaborado en 1970. En él se decía que la energía producida en una planta nucleoelectrónica

---

<sup>14</sup> El Colegio Nacional [1982], pág. 127.

costaría lo mismo que la producida en plantas térmicas convencionales a base de combustóleo si este último tuviera un incremento de precio del orden de 7 por ciento. Esto era antes de 1973 y aún está por probarse.

Por otra parte, la energía nuclear debe compararse con la electricidad generada a partir del carbón. Hay abundantes estudios que en lugares tan diferentes como Estados Unidos y Corea los costos son muy similares. Además, el riesgo de error en la estimación de costos es menor en el caso del carbón.

En todo el mundo se ha manifestado una tendencia sistemática a subestimar el costo de la energía nuclear. México no ha escapado a ello. Los argumentos a favor de la energía nuclear en México se han basado, en términos generales, en los costos estimados en el país de origen de los sistemas de suministro de vapor. Esto no parecería ser una práctica legítima. La absorción de una tecnología compleja, en la que se carece de experiencia, que manifiesta un alto contenido importado y para la cual no se cuenta con una infraestructura de gestión y control medianamente desarrollada, puede significar costos muy elevados y, desde luego, superiores a los del país de origen de la tecnología. Esta ha sido la experiencia de los países en desarrollo.

Es de fundamental importancia evaluar el costo que supone el proceso de aprendizaje en la construcción de plantas nucleares y no simplemente ignorarlo. Es muy posible que sea necesario construir un buen número de plantas antes de que

puedan efectivamente competir en costo con plantas convencionales, en las condiciones que imperan en países en proceso de desarrollo. Este costo de aprendizaje es un elemento central para la toma de decisiones en cuanto al ritmo de instalación de plantas y en relación a la fecha de arranque de un programa nuclear.<sup>15</sup>

Hay, en general, mucha discrepancia al respecto de cuánto es lo que, en realidad, se ha invertido al proyecto de Laguna Verde. Hay estimaciones que van desde 1,901 millones de dólares, faltando 240 millones de dólares más para la conclusión del proyecto (según la CFE), hasta de 3,200 millones de dólares invertidos a la fecha, faltando aún por invertir 400 millones de dólares más considerando costos financieros (según el "Pacto de Ecologistas").

Tomaremos en cuenta los costos estimados del proyecto inicial de Laguna Verde, donde se contemplaba un costo total<sup>16</sup> -de obra terminada- de \$2'224,400,000.00 uscy.

Si partimos de dicha estimación hecha en 1969, y calculamos el valor presente considerando una tasa de descuento del 10%, para 1990, cuando se podría comenzar a construir una nueva planta nucleoelectrónica (por haberse concluido la de Laguna Verde), dicha cantidad equivaldría a \$3'000'018,700,000.00 uscy. Ello sin tomar en cuenta, claro está, fugas de dinero y apoyo adicional que fuera necesario por parte del gobierno federal.

De acuerdo con los análisis apuntados anteriormente, la inversión unitaria, incluyendo otros gastos, ascendería a \$1,369.00 uscy por kilowatt instalado, mismos que si se acumularan los intereses que se generarían suponiendo una tasa de 10 % anual a lo largo de los 8 años que llevaría la construcción y puesta en servicio de la unidad sin considerar atrasos innecesarios como en el caso de Laguna Verde, nos darían un costo de \$2,177.00 uscy por kilowatt. Si se construyera una planta de un sólo

---

<sup>15</sup> El Colegio Nacional 110821, pp. 130-132.

<sup>16</sup> REV. QUICHACER POLITICO, No. 262, sep. 29, 1986, p. 38  
22

reactor, habría una inversión unitaria de \$1,513.00 uscy por kilowatt instalado.

Los costos de operación y mantenimiento también deben ser tomados en cuenta. Según el proyecto, se necesitan aproximadamente \$27 millones de dólares anuales para operar cada una de las unidades, lo cual nos daría 4 centavos de dólar por kilowatt generado. El costo del combustible nuclear equivaldría a 8 centavos de dólar por kilowatt generado. De acuerdo con los costos anteriores, el valor de la energía generada por una central nucleoelectrica en pleno funcionamiento, sería de 48 centavos de dólar por kilowatt: de ellos, 36 se deberían a la inversión inicial, 4 a la operación y mantenimiento, y los 8 restantes al combustible. En moneda nacional, el costo de generación equivaldría, con un tipo de cambio de 2,500 pesos por dólar, a 1200 pesos, lo cual la convertiría en la energía eléctrica más cara del país.

En nuestro país los costos del kilowatt nuclear resultaron favorables frente a otras opciones, de acuerdo con el análisis que presentaron los interesados. No obstante lo anterior, cabe hacer notar que en el estudio de factibilidad del Plan Nucleoelectrico Nacional (PNN) existían inmensas lagunas de información, situación que deja sin contestar cuál sería el impacto de una gama de factores en los costos de instalación y operación, ya se tratara de una o de las veinte plantas nucleares contempladas en el PNN.

En el documento de referencia, para determinar el costo de la nucleoelectricidad frente a otras opciones, se consideraron factores tales como capacidad, factor de planta, vida económica, costos de instalación, de operación, de mantenimiento, de combustible y de generación. Pero poco o nada se contempló respecto a otros factores de costos que pudieran afectar la rentabilidad de la nucleoelectricidad para un país con las características socioeconómicas y energéticas como el nuestro. Como ejemplo de lo anterior cabe señalar que por lo que respecta a los costos de instalación se omitieron o no se trataron con la debida profundidad tanto factores de costo muy importantes como consideraciones críticas para cualquier programa nucleoelectrico nacional. Ejemplos de tales omisiones son:

- 1) Algunas "externalidades" como los subsidios y exenciones de impuestos para los proveedores de componentes nacionales para las plantas, quienes los demandarían en razón de las carencias que tendrían que superar para cumplir con los requisitos de alta calidad que exige la construcción y operación de la planta y sus instalaciones asociadas.
- 2) Los costos de la creación de una infraestructura de apoyo necesaria para la operación y el mantenimiento durante la vida útil de las plantas nucleoelectricas.
- 3) Las erogaciones implícitas en la adecuación de la red eléctrica nacional para integrarla a un sistema de plantas nucleares.
- 4) Los gastos en investigación y desarrollo experimental para la optimización y desarrollo de reactores más eficientes.
- 5) Los desembolsos por desmantelamiento de las plantas nucleares ya sea por una falla grave de operación o porque la planta haya cumplido con su periodo de vida útil.
- 6) Los costos de las medidas de seguridad y salvaguardias tanto para la propia planta como para la localidad donde se encuentre establecida.
- 7) La inversión en recursos humanos para la investigación, desarrollo experimental, mantenimiento y funciones de seguridad y salvaguardias.
- 8) La necesidad de adaptar cada una de las localidades seleccionadas para la ubicación de las plantas nucleoelectricas. La energía nuclear no se puede explotar en cualquier lugar, requiere de características físicas del terreno que hay que aprovechar o crear. De cualquier forma implica gastos de inversión muy significativos.
- 9) Los gastos por el manejo del combustible y de los derivados radiactivos fuera de la planta.
- 10) La proporción de la operación y el mantenimiento de la planta que estaría en manos de nacionales o de extranjeros, proporción que

dependería en parte de las modalidades y condiciones de la transferencia de tecnología.

- 11) El análisis de la paridad del poder de compra de la moneda nacional frente a las divisas de los proveedores de equipos nucleares.
- 12) El estudio de las tasas de inflación tanto nacionales como internacionales y el impacto de éstas en las distintas etapas de desarrollo del programa nuclear.
- 13) El programa de inversiones de capital para las primeras plantas del programa.
- 14) Los programas de financiamiento para la(s) primera(s) etapa(s).
- 15) Los términos de contratación del capital de inversión.
- 16) El monto del crédito internacional necesario para determinar si los recursos externos están disponibles a tasas de interés de alto o bajo riesgo.
- 17) La disponibilidad de fuentes de capital nacional como proporción del financiamiento externo.
- 18) El análisis del efecto que pudiera tener el llamado programa nuclear en la posición financiera del sector eléctrico.
- 19) El examen de las implicaciones presupuestales y de balanza de pagos en relación con el resto de la economía nacional.
- 20) Un estudio profundo de donde se desprenda la programación óptima para cumplir a tiempo con la meta prefijada de 20,000 MW para el año 2000 (la programación existente deja mucho que desear en cuanto a fundamentación analítica).

21) La integración de los logros y fracasos de la experiencia con Laguna Verde. En el Programa Nucleoeléctrico Nacional prácticamente no se hizo referencia alguna a la posible experiencia que pudiera aportar la primera nucleoeléctrica.

Existen también otras consideraciones no económicas que deben evaluarse porque tienen efectos muy importantes en la viabilidad de la estrategia nuclear en un país como México. Algunos ejemplos de ellas son:

- 1) La gravitación institucional. Un programa nuclear tiende a aglutinar una parte importante de los mejores talentos científicos, técnicos y administrativos de un país insuficientemente desarrollado, en una estructura institucional muy centralizada que puede considerarse muy cara en términos sociales, económicos y políticos.
- 2) Las distintas formas de dependencia y vinculación con el exterior, cuyas modalidades influyen de manera importante en la autosuficiencia e independencia energéticas que pueda lograr el país. La autosuficiencia energética no es un objetivo retórico sino fundamental en las estrategias de corto y largo plazos del país<sup>17</sup>.

En los países desarrollados el capital de inversión necesario para el abastecimiento y servicios del combustible nuclear representa aproximadamente 10% del capital de inversión para una planta nuclear.

Los obstáculos financieros para cubrir la demanda de combustible nuclear son dos:

- 1) La magnitud del capital necesario para financiar la exploración, la explotación y la producción adecuadas del combustible nuclear.

---

<sup>17</sup> Fragmentos tomados de la revista COMERCIO EXTERIOR, publicación del Banco de Comercio Exterior, vol. 34, núm. 5, México, mayo de 1984, artículo OBSERVACIONES ANALÍTICAS SOBRE EL PROGRAMA NUCLEOELÉCTRICO DE MÉXICO (1980), de Rogelio Ruiz, Investigador del Programa de Energéticos de El Colegio de México, pág.439-440.

2) Los riesgos financieros que corren los inversionistas privados o los gobiernos. Entre las mayores incertidumbres está no solamente el monto real de la demanda futura del combustible, sino también la falta de experiencia en la evaluación de costos y beneficios del enriquecimiento comercial y de las plantas de reprocesamiento.

Una de las incertidumbres específicas asociadas a los requerimientos de capital para ampliar la industria minera del uranio proviene de la dificultad de extrapolar la experiencia que se logre en los costos a los grados de pureza del futuro mineral que tendrá que extraerse de la mina.

En México cabe plantearse las siguientes preguntas respecto a la capacidad nacional en lo referente a las reservas de uranio: ¿son éstas adecuadas para cubrir la demanda de todo un programa nuclear de la magnitud que se quiera?, ¿existen la voluntad política y los recursos económicos para invertir en la prospección y explotación del mineral?, ¿qué tan adecuados y estables pueden ser los requisitos de licenciamiento y regulación de las instalaciones, para estimar los costos de capital y de operación y con ello determinar, sobre una base válida y confiable, la política de precios del combustible nuclear y por lo tanto de la electricidad generada por este medio?, ¿podría desarrollar el Gobierno una industria de enriquecimiento del combustible nuclear? y de ser así, considerando todo lo imponderables de la decisión, ¿sería una industria rentable? Estas preguntas y muchas más están vigentes en la tarea de evaluación de costos de un programa nuclear y no pueden tratarse con indiferencia. Se deben encarar con efectividad o la viabilidad de cualquier programa nuclear no sería sino un ejercicio bien intencionado pero carente de realismo.

Aun cuando las incertidumbres anteriores se resolvieran favorablemente, continuaría vigente el obstáculo impuesto sobre los posibles incentivos financieros, por los grandes períodos que se requieren para coordinar y aprovechar razonablemente las distintas fases del ciclo de combustible: diez años para extraer y refinar el uranio (desde la exploración hasta la producción de la retorta amarilla); cuatro años para las plantas de conversión; ocho años para las plantas de fabricación del combustible propiamente dicho; diez años para las instalaciones de reprocesamiento.

Estos tiempos no son secuenciales sino interactivos. La inversión en algunas fases podría retardarse en ausencia de una certeza razonable de que otras fases se pudieran terminar a tiempo. Los tiempos de instalación y operación de las diferentes tecnologías correspondientes al ciclo del combustible nuclear necesariamente dependen, entre otras cosas, de factores importantes tales como: coordinación, capacidades y responsabilidades institucionales<sup>18</sup>.

## LOS RESIDUOS RADIOACTIVOS

La operación de una central nucleoelectrónica produce residuos radiactivos sólidos, líquidos y gaseosos. Estos pueden ser de alta, mediana o baja intensidad y de larga, mediana o corta vida media. La vida media es el tiempo que tarda cierta cantidad de material radiactivo en perder la mitad de su actividad.

Los residuos sólidos son materiales que sufrieron contaminación radiactiva durante los trabajos normales de operación o mantenimiento, tales como herramientas, ropa, equipo de trabajo y principalmente los ensambles de combustible que fueron extraídos del reactor por haberse terminado su vida útil. Aquellos por lo general son de baja intensidad y de corta o mediana vida media, mientras que los últimos contienen una gran diversidad de isótopos radiactivos de elevada intensidad, que pueden ser de corta, mediana o larga vida media.

Los residuos líquidos y gaseosos son generalmente de baja intensidad y de mediana o corta vida media. Dentro de los primeros podemos mencionar a los drenes del equipo o del piso, algunos desechos químicos y agua mezclada con detergentes. Los residuos gaseosos son gases no condensables que acompañan al vapor y que se separan de él precisamente en el condensador.

Al respecto de qué se puede hacer con los desperdicios nucleares, la Enciclopedia Combinada de la Energía, indica textualmente que los

---

<sup>18</sup> *Ibid.*, pág. 441.

desperdicios contienen radioisótopos que tardarán cientos de años en desintegrarse a un nivel de seguridad. Durante todo este periodo deben impedirse que escapen y contaminen el aire, el agua o el suelo. Hasta la fecha no se ha encontrado ningún método infalible para lograr esto<sup>19</sup>. En cuanto a cómo manejar estos desechos nucleares, la misma fuente señala que: Los desechos nucleares pueden estar seguros en forma sólida. Una manera de lograr esto es mezclar el desperdicio con los minerales usados en la fabricación de vidrio, y calentar la mezcla en un horno de calcinación hasta que se funda en un sólido vidrioso. Los pilares de vidrio podrían ser entonces almacenados bajo tierra por periodos más largos, sin requerir atención constante. Una más de las soluciones extremas incluyen quemar los desechos al sol a bordo de un cohete, o sencillamente dejar los desechos en la plataforma de hielo de la antártica y permitir que su calor de desintegración funda una trayectoria a través del hielo hasta las rocas inferiores<sup>20</sup>. Convertir los desechos en vidrio suena como la mejor opción, mas si no necesita de una atención técnica constante, requiere de vigilancia (¿que pasaría si un grupo terrorista saqueara los depósitos y amenazara con provocar contaminación radiactiva si no se cumplen sus demandas?), y dar atención a este problema por cientos de años no es gratuito. Al respecto, ¿quién pagará los costos?, ¿están contemplados en el costo por kilowatt de la electricidad nuclear? Las otras ideas son por demás irresponsables y peligrosas, ¿se tiene derecho a contaminar el espacio exterior?, ¿se conocen todas las consecuencias de lanzar al sol desechos radiactivos?, y si se depositan los desechos en la Antártida, ¿no estaremos alterando el delicado equilibrio de temperaturas del planeta al fundir capas polares?, ¿se puede dejar sin control que los desechos fundan su camino hasta donde paren? Considero que estas cuestiones no se deberían dejar de lado y hay que tomar decisiones al respecto ahora y no postergarlas hasta que su solución sea urgente; por otra parte habría que incluir los costos totales del manejo de desechos nucleares para tener una evaluación adecuada de los costos de la nucleoelectricidad.

---

<sup>19</sup> Enciclopedia Combinada de la Energía, vol. 5, ENERGÍA NUCLEAR, pág. 30.

<sup>20</sup> Enciclopedia Combinada de la Energía, vol. 5, ENERGÍA NUCLEAR, pág. 31.

Por su parte los residuos líquidos son recogidos y sometidos a un proceso de filtrado, mediante filtros de resinas de intercambio iónico que retienen las partículas radiactivas. Posteriormente, pueden ser descargados al exterior, previa verificación de que su nivel radiactivo no alterará el ambiente.

Los residuos gaseosos son extraídos del condensador y transportados a un equipo de tratamiento, en donde permanecen el tiempo suficiente para que decaiga su actividad a un nivel tal que puedan ser desalojados hacia la atmósfera en altas diluciones, sin provocar alteraciones en el nivel radiactivo natural del sitio. El mismo equipo se encarga de retener indefinidamente algunos gases radiactivos que, como el yodo<sup>131</sup>, tienen una vida media más larga.

Los residuos sólidos de baja intensidad se colocan en tambores de acero especiales, mezclados con alguna resina, asfalto (como es el caso en Laguna Verde) o simplemente ahogados en cemento. Posteriormente, se almacenan en lugares seguros, durante el tiempo necesario para garantizar que su actividad ha dejado de ser peligrosa.

Debido a la actividad y cantidad de productos de fisión, el mayor problema se presenta con los ensambles de combustible irradiado que son extraídos del reactor. Estos se almacenan temporalmente en grandes albercas localizadas en los propios edificios de los reactores, en espera de que decrezca la radiactividad de los radioisótopos de vida corta o media, contenidos en las pastillas del combustible irradiado. Según la Comisión Federal de Electricidad, bastan alrededor de 18 meses para que la radiactividad acumulada en los ensambles de combustible disminuya en más de un 97%. En la práctica, la permanencia del combustible irradiado en estas albercas es considerablemente mayor, pues se ha llegado a la conclusión de que dicho sitio tiene considerables ventajas como almacén temporal<sup>21</sup>.

En este punto conviene reflexionar en lo apuntado por un investigador del Programa de Energéticos de El Colegio de México: En muchos países en vías

---

<sup>21</sup> DEL FUEGO A LA ENERGÍA NUCLEAR, Comisión Federal de Electricidad, México, 1988, pág. 53.

de desarrollo que iniciaron programas nucleares se observa que los objetivos de su desarrollo están desvinculados de concepciones más amplias de lo que debe ser el progreso social y que el fomento a la industria nuclear consume recursos que tal vez podrían utilizarse para solucionar problemas más urgentes. En esos países la percepción de que los reactores serán el motor de desarrollo energético ha sido transmitida con frecuencia desde el exterior, tanto por gobiernos e intereses privados como por organismos internacionales<sup>22</sup>.

Más adelante el mismo investigador señala: La elección de la nucleoelectricidad no involucra únicamente la relación entre el desarrollo económico del país en general y esta opción, sino presupone la identificación de criterios por medio de los cuales países como México puedan determinar si la nucleoelectricidad representa una opción energética racional. La cuestión es la elección en términos del análisis costo-beneficio social en su sentido más amplio y no tan sólo del análisis económico. El problema es conocer qué costos y beneficios deberán considerarse y qué medidas o patrones servirán de norma o a título de qué tendrá que compararse. Existen algunos países en los que la energía nuclear, si se planea y maneja bien, puede ser una contribución muy importante y positiva para el futuro beneficio de sus sociedades. Si en México, esta energía ha de contribuir al desarrollo de toda la sociedad, los formuladores e instrumentadores de la política energética han de considerar la necesidad, la factibilidad y la compatibilidad de esta opción frente a otras posibilidades. La generación de nucleoelectricidad es complicada e inicialmente costosa y ningún país puede justificar su adopción a menos que tenga una idea muy clara de sus futuras necesidades y de la resolución de las mismas por medio de esta fuente particular. Bajo el supuesto optimista de que esto ya se ha logrado, lo que resta es demostrar que México tiene o puede obtener, en términos económicos y políticos aceptables, una garantía razonable para lograr acceso a las fuentes de crédito, contar con los

<sup>22</sup> REV. COMERCIO EXTERIOR, publicación del Banco de Comercio Exterior, vol. 34, núm. 5, México, mayo de 1984, artículo OBSERVACIONES ANALÍTICAS SOBRE EL PROGRAMA NUCLEOELÉCTRICO DE MÉXICO (1980), de Rogelio Rutz, investigador del Programa de Energéticos de El Colegio de México, pág. 376.

recursos humanos bien entrenados en la teoría y en la práctica, poder instalar las plantas en lugares y condiciones adecuados para la seguridad de la población y disponer de los combustibles nucleares, tecnologías y equipos que su programa requiera. El aspecto más importante que se debe considerar en México es que la energía nuclear tendrá que ser compatible con el carácter social, económico y tecnológico del país en general, con sus programas energéticos ya existentes, con sus políticas internacionales, con el nivel prevaeciente en la educación y el desarrollo técnico-científico nacional apenas incipiente y, finalmente, con el futuro modelo de desarrollo deseado y aceptado en razón del bienestar social de su cada día mayor población<sup>23</sup>.

## 2.6 LA SITUACION ACTUAL.

El impulso mayor que ha recibido la energía nuclear proviene de 1973 cuando los países productores de petróleo del mundo árabe y otros impusieron un súbito y agudo aumento en el precio del petróleo, amenazando el abasto de los países industrializados. El petróleo estaba siendo utilizado como arma política -un recurso que podría abrirse o cerrarse- y parecía no haber límite para el precio que algún día podría cobrarse por él. Ante la preocupación que generó esta crisis, las principales naciones consumidoras de petróleo han vuelto cada vez más su atención hacia la energía nuclear como alternativa energética. Se creía que era confiable y estaba disponible. También se consideraba que los depósitos de uranio durarían por mucho tiempo, y que no era probable que el abasto de ese combustible fuera afectado por la política o por súbitos aumentos en los precios<sup>24</sup>. Conviene preguntarnos si todos los supuestos anteriores son válidos actualmente, y en especial si la motivación original de las naciones industrializadas -la carencia de petróleo suficiente- es aplicable en nuestro país.

---

<sup>23</sup> *Ibid*, *Idem*.

<sup>24</sup> Enciclopedia Combinada de la Energía, vol. 5, ENERGÍA NUCLEAR, pág. 22.

En este punto considero prudente hacer la siguiente observación: el reactor nuclear no sólo se une a la bomba por el hecho de *nacer* conceptualmente al mismo tiempo, sino también porque en uno se obtiene el alimento de la otra: el plutonio. El plutonio, elemento artificial, puede producirse en un tipo de reactor que usa uranio como combustible y también puede usarse en otro, el *super-generador*; pero en realidad, la mayor parte de él se consume actualmente en la fabricación de armas nucleares<sup>25</sup>. Los Ingenieros convencidos de la necesidad de desarrollar la industria nuclear, como la mejor opción al agotamiento de la energía fósil, deben enfrentar este problema: ¿es correcto contribuir al belicismo, a la tensión internacional y al riesgo de una guerra nuclear por accidente, a cambio de la electricidad generada y usada en el país donde viven?, ¿es legítimo dejar a los ciudadanos del futuro la solución de un problema de contaminación ambiental como el que generan los desechos radiactivos de los reactores?<sup>26</sup>

Independientemente, de las consideraciones anteriores, la situación actual del uso de la energía nuclear para la generación de energía es la siguiente: en 1980 había 238 reactores nucleares en el mundo, con una capacidad total de 149,151 Mw, distribuidos de la siguiente manera: 40% de ellos en los Estados Unidos, 12% en la Unión Soviética, 10% en Japón, 9% en Francia. Otros países que también contaban con al menos un reactor eran la República Federal Alemana, el Reino Unido, Canadá, Suecia, la República Democrática Alemana y Finlandia. En dicho año estaban en construcción 230 reactores más y en proceso de planeación otros 111. A fines de 1987 había en operación 417 unidades nucleares, de las cuales el 75% eran del tipo PWR<sup>27</sup> o BWR<sup>28</sup>, proporción que se mantenía en los 120 reactores más que se encontraban en construcción.

---

<sup>25</sup> Rev. Información Científica y Tecnológica, op. cit., pág. 39.

<sup>26</sup> *Ibid.*, ídem.

<sup>27</sup> PWR es la abreviatura comúnmente utilizada para referirse a los Reactores de Agua a Presión, en Inglés Pressurized Water Reactor.

<sup>28</sup> BWR es la abreviatura comúnmente utilizada para referirse a los Reactores de Agua Hierveiente, en Inglés Boiling Water Reactor.

## 2.7 OTRAS ALTERNATIVAS ENERGETICAS.

Las plantas nucleoelectricas de Laguna Verde son el primer paso concreto del gobierno mexicano hacia una transición energética, y como tales merecen una detallada atención ya que su éxito o su fracaso tendrá consecuencias a largo plazo en la estrategia energética del país. Sin embargo, la energía nuclear no es la única alternativa que hay que considerar para la transición energética nacional; de hecho no es posible substituir completamente a los hidrocarburos por energía nuclear, ya que los combustibles líquidos para el autotransporte son también necesarios.

En una versión del Programa Nucleoelectrico se dice que la meta de 20,000 Mw para fin de siglo ha sido establecida más como consecuencia de una estimación de la capacidad nacional de ejecución que del monto de la demanda, ya que de cifras anteriores (las de la demanda) se deduce que para desplazar por completo a los hidrocarburos de la generación eléctrica, en el año 2000, se necesitarían casi 40,000 Mw nucleoelectricos en el caso de la demanda baja de 380 TWh y tal vez unos 70,000 Mw nucleoelectricos, si hubiera que desplazar por completo a los hidrocarburos, con una demanda de 550 TWh a fin de siglo<sup>21</sup>.

Detrás del argumento central de ahorrar hidrocarburos (tomando en cuenta los precios competitivos en el mercado internacional) que pretendía justificar la intención de una canalización masiva de recursos financieros y humanos en un programa nuclear de gran envergadura, se encontraba la idea de que en lugar de quemar hidrocarburos en plantas térmicas, México debería exportar su petróleo para allegarse divisas necesarias para sus programas de desarrollo económico y producir electricidad por medios nucleares a un costo menor. Esto a su vez favorecería la diversificación de la base energética del país y la construcción de una infraestructura energética que le permitiría enfrentar, sin sobresaltos, el momento en que la producción de petróleo declinará. Este escenario encierra una paradoja pocas veces percibida por quienes lo manejaron como el elemento de apoyo en la

---

21 PROGRAMA NUCLEOELECTRICO, Comisión Federal de Electricidad, Grupo Nuclear, México, agosto de 1981, citado por Rogelio Ruiz en el artículo antes mencionado.

argumentación a favor de la energía nuclear en gran escala. La paradoja ocurrió desde el momento en que al buscar México las divisas necesarias para su desarrollo económico, vía la exportación de crudos en una situación particularmente favorable, logró aceleradamente un monto de divisas tal que su captación empezó a tener efectos disruptivos sobre una economía ineficiente para la absorción masiva de petrodólares. Esta situación resultó en tasas de inflación tan altas que empujaron hacia las primeras devaluaciones de la moneda, iniciándose con ello un ciclo, cada vez más acelerado, de inflaciones-devaluaciones, que ha costado mucho esfuerzo controlar. Todo este proceso paulatinamente ha reducido la capacidad del país para el financiamiento de grandes inversiones de capital para el desarrollo de otras fuentes de energía, como la nuclear, que resulta ser, precisamente, la de mayor intensidad de capital, si se la compara con las fuentes de energía en base al petróleo. Por lo tanto, la paradoja y el riesgo consisten en que a menos que se disponga de recursos financieros propios, la búsqueda de divisas mediante la exportación de petróleo puede convertirse en uno de los mayores obstáculos para la instalación de plantas nucleares en países similares al nuestro<sup>30</sup>.

En momentos en que se están efectuando estudios para seleccionar la localización de otra planta nucleoelectrónica<sup>31</sup> (posiblemente en la población Vigía Chico, del municipio de Felipe Carrillo Puerto, estado de Quintana Roo) es una buena oportunidad para plantear alternativas a la utilización de la energía nuclear. La primera alternativa que se puede considerar es la de racionalizar el uso de los energéticos tradicionales. Precisamente éste es uno de los objetivos que plantea el Programa Nacional de Energéticos, el cual al respecto indica:

**Recapacitemos sobre la naturaleza no renovable de nuestras reservas de hidrocarburos y el hecho de que el ahorro de energía que podamos realizar y la diversificación hacia la energía hidráulica, el**

---

<sup>30</sup> Ibid., pág. 438.

<sup>31</sup> PERIODICO EL UNIVERSAL, México D.F., Junio 21 de 1989.

carbón, la geotermia y el uranio, no sólo prolongarán en el tiempo la disponibilidad de nuestros recursos, sino que serán un patrimonio que tenemos obligación de heredar a las futuras generaciones, junto con una mayor posibilidad de continuar actuando con independencia y soberanía en el campo energético.<sup>32</sup>

El propio sector energético es un gran consumidor de energía. Por ejemplo del total de de energía producida en el país el sector energético consume casi el 31%<sup>33</sup>; de ese porcentaje el 40% es autoconsumo es decir, pérdidas por transformación, transmisión, distribución y almacenamiento de productos petrolíferos. Lo anterior significa, que el sector energético es un gran desperdiciador de energía. También destaca el 89% del consumo del sector transporte que se dedica al autotransporte, lo cual indica la posibilidad de reducir el consumo de energía mediante el impulso al transporte colectivo de pasajeros y la minimización de la necesidad de transporte para mercancías. A este respecto sería importante utilizar los precios de las gasolinas y demás derivados del petróleo para alentar el desarrollo de nuevas fuentes energéticas.

Por otra parte, está la alternativa propuesta por el grupo de "Los Cien" (formado por intelectuales y artistas), el Pacto de Ecologistas, e investigadores universitarios como el Dr. Marco Antonio Martínez Negrete<sup>34</sup>, Mauricio Scholjet y Agustín Sánchez Delint<sup>35</sup>, que es la de proceder a reconvertir la planta nuclear de Laguna Verde en una planta termoeléctrica con combustible de gas natural.

Las razones que se dan son muchas y muy convincentes. Por ejemplo veamos lo que opina Rogelio Ruiz, investigador del Programa de Energéticos de El Colegio de México:

---

<sup>32</sup> Programa Nacional de Energéticos, op. cit., pág. 8.

<sup>33</sup> Balance Nacional de Energía 1987, op. cit., pág. 16.

<sup>34</sup> Físico, profesor e investigador, también coordinador del Grupo de Energía de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

<sup>35</sup> Profesor universitario y ex-secretario general del Sindicato Mexicano de Electricistas.

"la energía nuclear para México es una ruta políticamente azarosa. Resulta peligrosa, dadas las condiciones de infraestructura científica, tecnológica y de desarrollo industrial y educativo. Las carencias en éstas áreas determinarían la cancelación de la soberanía nacional sobre esa inmensa área de poder que representa el manejo de la energía nuclear."<sup>36</sup>

Según el Ing. Jacinto Viqueira Landa, mencionado anteriormente, la planta nucleoelectrica de Laguna Verde plantea más inconvenientes y riesgos que beneficios, por lo que propone que dicha planta se cancele o se posponga en cuanto al aspecto nuclear de su operación y se proceda a adaptarla para operar como una planta termoeléctrica convencional que utilice gas natural. Tal propuesta tiene sentido, ya que a un kilómetro aproximadamente de la planta de Laguna Verde pasa el gasoducto con el cual se pretendía surtir de gas natural a Estados Unidos.

Según el "Pacto de Ecologistas", el mencionado gasoducto se encuentra sub-utilizado ya que actualmente trabaja al 10% de su capacidad instalada (y en 1983, según el "Pacto de Ecologistas"<sup>37</sup> se tuvieron que quemar más de 18,000 metros cúbicos de gas en los pozos de extracción), a pesar de que dicho gasoducto tuvo una inversión inicial de más de dos mil millones de dólares.

Incluso analistas extranjeros han dicho públicamente que para México sería mucho más económico seguir generando electricidad por los medios convencionales, utilizando petróleo y gas natural, que hacerlo utilizando energía nuclear.<sup>38</sup>

---

<sup>36</sup> PERIODICO EL UNIVERSAL, ago. 7, 1986, p.1.

<sup>37</sup> THE MEXICO CITY NEWS, Ago. 27, 1985, p.6

<sup>38</sup> THE NEW YORK TIMES, may 29, 1982, sec. 3, pC(1).

Acerca de por qué convertirla a una gasoelectrica y no a una carboclectrica, por ejemplo, aparte de por contar con la disponibilidad del gas natural muy cerca de Laguna Verde, el Ing. Martín Nava, quien trabajara en la Dirección Nacional de Energía dependiente de la SEPAFIN, dice:

" Todas las fuentes de energía, no quiero saber cuál, eólica, mareas, solar, todas causan afectaciones ambientales, mayores o menores. Tenemos que considerar a las formas de energía en su forma global porque a veces se habla, por ejemplo, que la energía solar es gratuita y no causa contaminación; quien lo está viendo así está pensando nada más en la energía solar tal y como llega a un tendedero, pero para aplicar esa energía solar en nuestra industria tenemos que hacer inversiones, tenemos que usar minerales, tenemos que hacer instalaciones, y esas instalaciones, en su proceso de fabricación, contaminan; y como la energía solar es muy intensiva en el aspecto de materiales, resulta altamente contaminante, contra lo que normalmente se piensa.

En el caso de la energía del petróleo, indudablemente hay contaminación. La contaminación principal está en los productos que salen por la chimenea, CO<sub>2</sub>, óxido de azufre, óxido de nitrógeno, e inclusive algunos de sus efectos no se conocen a ciencia cierta cuáles puedan ser. Está el caso del CO<sub>2</sub>, que ha sido un caso muy discutido por el famoso efecto de invernadero. Ese mismo problema lo tiene el carbón; también arroja CO<sub>2</sub> a la atmósfera, y no sólo CO<sub>2</sub>; cosa curiosa, el carbón lanza a la atmósfera una gran cantidad de material radioactivo que contiene, al grado de que se envía más material radioactivo a la atmósfera en una planta de carbón que en una planta equivalente

nuclear, porque la planta de carbón está quemando una ingente cantidad de carbón y aunque tiene una proporción muy pequeña de material radioactivo, sumada, integrada, es muy considerable.

Probablemente una de las fuentes que menos contamina sea el gas, es de las que están consideradas como menos contaminantes siempre que se le quite el azufre antes."<sup>39</sup>

A pesar de sus inconvenientes no hay que descartar al carbón, sin antes hacer un cuidadoso análisis, como alternativa de sustitución del petróleo; a este respecto es interesante la opinión de dos científicos soviéticos, miembros de la Academia de Ciencias de la URSS, quienes indican lo siguiente:

En la mayor parte de los países en los que no se justifica, desde el punto de vista económico, el cambio de las unidades que existen actualmente, alimentadas por gas y petróleo, al gas natural, el problema de adoptar el uso del carbón requiere una atención inmediata. En relación con los estrictos requerimientos ecológicos, el uso del carbón exige una adaptación tecnológica larga y costosa. Sin embargo, en algunos casos ya ha demostrado estar justificada desde el punto de vista económico y se está llevando a cabo. Estados Unidos ha comenzado a adaptar 40 plantas termoeléctricas y proyecta trabajos similares en 53 más. Se espera que este cambio permita ahorrar alrededor de 25 millones de toneladas de petróleo al año. En muchos otros países también se hacen labores de este tipo.<sup>40</sup>

<sup>39</sup> El Colegio Nacional [1962], pp. 96-97.

<sup>40</sup> REV. COMERCIO EXTERIOR, publicación del Banco de Comercio Exterior, vol. 34, núm. 5, México, mayo de 1964, artículo POSIBILIDADES Y LIMITACIONES EN

La biomasa, en mi opinión personal, no debería tomarse como una alternativa para la sustitución del petróleo pues su empleo masivo trae graves daños al medio ambiente como son la deforestación de las zonas tropicales y la pérdida de cosechas por quemar estiércol. Se ha calculado por la FAO que la quema de una tonelada de estiércol seco equivale a la pérdida de 50 kg de cosecha<sup>41</sup>. A causa de la escasez de madera, la población rural tiene que quemar los residuos de las cosechas y el estiércol seco. Las materias orgánicas y los nutrientes se extraen de los campos y se queman al aire libre, lo que provoca un impacto ambiental adverso. La FAO<sup>42</sup> calcula que en los países en desarrollo de Asia, del Cercano Oriente y Africa, anualmente se queman alrededor de 400 millones de toneladas de estiércol seco. De acuerdo con los cálculos del Worldwatch Institute<sup>43</sup>, el uso del estiércol como combustible puede reducir la producción de maíz en el mundo en 20 millones de toneladas, con el que podían alimentarse fácilmente 100 millones de personas. En lugar de la quema directa del estiércol se debería promover la fermentación anaeróbica<sup>44</sup> de los desechos agrícolas y domésticos. Los excelentes resultados obtenidos en este campo en China, India y algunos otros países han demostrado ampliamente su sencillez y la factibilidad de construcción por parte de la población local, a partir de materiales autóctonos (la construcción de un simple tanque de metano con materiales producidos en las zonas cálidas cuesta alrededor de 150 a 300 dólares por tonelada equivalente de carbón). La fermentación anaeróbica ofrece una solución inmediata para los siguientes problemas:

- Mejorar la sanidad en los asentamientos humanos;
- Producir fertilizantes de alta calidad. De acuerdo con algunas estimaciones, los desechos de la fermentación aplicados a la tierra aumentan la productividad de 10 a 12 por ciento, comparado con la composta, además de que debido al alto contenido de materia

---

LA UTILIZACIÓN DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA, de N.A. Styrikovich y J.V. Sinyak, pág. 378.

<sup>41</sup> *Ibid.*, pág. 378.

<sup>42</sup> Food and Agricultural Organization of the United Nations.

<sup>43</sup> WORLDWATCH PAPER, núm. 42, 1981, pp. 14-16, citado en el artículo de Styrikovich y Sinyak, antes mencionado.

<sup>44</sup> es decir, sin presencia de oxígeno. 40

- orgánica animal que se encuentra en los residuos al secarse, éstos pueden utilizarse eficazmente como aditivos para el forraje;
- La producción de biogás<sup>45</sup> está en un rango de 0.5 a 0.6 toneladas equivalentes de carbón por metro cúbico al año, con el estiércol de los cerdos, y de 0.8 a 1.0 con el estiércol de las aves.

El biogás producido por medios anaeróbicos es un excelente combustible que satisface las necesidades domésticas de las granjas pequeñas y de las comunidades rurales. La tecnología de la metanización se desenvuelve en dos direcciones: 1) en los países desarrollados, se instalan grandes complejos mecanizados de fermentación anaeróbica, que proporcionan rendimientos de biogás en condiciones óptimas; 2) en los países en desarrollo se construyen instalaciones pequeñas, que cubren las necesidades de familias e incluso de pequeñas comunidades; existen más de 7 millones de instalaciones en China y alrededor de 100,000 en la India<sup>46</sup>.

Como posibles sustitutos del combustible diesel en los sistemas descentralizados de abastecimiento de energía se ha mencionado con frecuencia el uso de la microhidráulica, las cuales consisten en pequeñas plantas eléctricas ubicadas sobre pequeñas corrientes de agua, cuya capacidad fluctúa de unos cuantos kilowatts a unos cuantos megawatts. En general en los países y regiones montañosas que cuentan con una extensa red fluvial, los asentamientos rurales están próximos a las corrientes de agua. Con inversiones específicas altas (alrededor de 2,500 dólares/kw) el costo de la energía eléctrica parece bastante bajo, de 0.10 a 0.12 dólares/kwh (compárese esto con los 0.48 dólares/kwh de la energía nucleoelectrónica). Una de las formas más eficientes de disminuir el costo de la electricidad generada en las pequeñas plantas hidroeléctricas es reducir la intensidad del capital del equipo generador de energía, mediante la producción en gran escala y la transferencia de unidades completas. Existen proyectos de miniplantas hidroeléctricas cuyo costo específico no excede de 1,500 dólares

---

<sup>45</sup> el biogás consta de un 60% de metano y un 40% de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

<sup>46</sup> REV. COMERCIO EXTERIOR, POSIBILIDADES Y LIMITACIONES EN LA UTILIZACIÓN DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA, de M.A. Styrikovich y J.V. Sinyak, pág.380.

por kilowatt a pesar de su pequeña escala<sup>47</sup>.

Una alternativa no convencional, pero que tiene buenas perspectivas es la de utilizar hidrógeno como combustible. El hidrógeno tiene como ventajas la de encontrarse en abundancia en la naturaleza, de ser renovable y no ser un combustible contaminante; entre sus desventajas se tiene que el hidrógeno gaseoso es inflamable, el hidrógeno líquido requiere de instalaciones algo sofisticadas para su manejo, y que la producción de hidrógeno consume energía. A este último respecto, los especialistas que proponen el uso del hidrógeno como combustible coinciden en señalar que su producción podría efectuarse utilizando la energía que proporcionan otras fuentes no convencionales como la energía solar y eólica, con la gran ventaja que la energía del hidrógeno es susceptible de ser almacenada con la tecnología actual utilizando dispositivos conocidos como celdas de combustible. Las celdas de combustible fueron desarrolladas originalmente para suministrar energía a bordo de las naves espaciales Gemini y Apollo, del programa espacial norteamericano. En estas celdas se tiene una alta eficiencia, del orden del 60 al 70%. En estos dispositivos se hace reaccionar químicamente el hidrógeno con el oxígeno del aire. Se subraya que estas celdas de combustible prácticamente no emiten contaminantes a la atmósfera, no requieren enfriamiento por agua y operan silenciosamente<sup>48</sup>. Acerca del funcionamiento de estos dispositivos la ENCYCLOPAEDIA OF ENERGY, apunta lo siguiente: (las celdas de combustible son) una celda eléctrica que convierte la energía química de un combustible directamente a energía eléctrica en un proceso continuo. La eficiencia de esta conversión se puede hacer mucho mayor que aquella obtenida por la conversión a energía térmica. En esta última, se efectúa la reacción química para producir calor por medio de la combustión. El calor es entonces parcialmente transformado a energía mecánica por un motor de calor, el cual hace funcionar un generador para producir energía eléctrica. Se incrementa la pérdida de energía si es necesario convertir la corriente directa (DC) a corriente alterna (AC). La reacción de la celda de combustible casi siempre involucra la combinación de hidrógeno y oxígeno. Las celdas de combustible tienen una capacidad típica

---

<sup>47</sup> REV. COMERCIO EXTERIOR, POSIBILIDADES Y LIMITACIONES EN LA UTILIZACIÓN DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA, de H.A. Styrikovich y J.V. Sinyak, pág.381.

<sup>48</sup> ENERGY DICTIONARY, pág. 181.

de 200-500 watts y 50-100 milliamperes por centímetro cuadrado. Se han fabricado prototipos tan grandes como de 15 Kw, en tanto que un sistema en estudio proporcionará 100 Kw<sup>40</sup>. Por otra parte, en esa misma obra se menciona que el hidrógeno podría ser tan bueno como método de almacenamiento de energía como un combustible fósil gaseoso. Podría ser distribuido por ductos a todo el país al igual que el gas natural, licuificado para usarse en vehículos, o convertido a electricidad por celdas de combustible o plantas termoelectricas. El hidrógeno puede producirse a partir del agua por electrólisis o por descomposición térmica. La energía solar o la del viento se podrían utilizar para producir hidrógeno, liberando así al consumidor de la dependencia en la disponibilidad de luz solar y viento. Ya ha habido en Estados Unidos automóviles y autobuses prototipo que utilizan hidrógeno como combustible con excelentes resultados en cuanto a eficiencia y baja contaminación del ambiente.

---

<sup>40</sup> ENCYCLOPEDIA OF ENERGY, pág. 296, (trad. del autor).

## CAPITULO 3.- PLANEACION Y PLANEACION ENERGETICA.

**RESUMEN.**- En este capítulo se describen conceptos de planeación con el fin de establecer un contexto de trabajo para evitar ambigüedades en el manejo de los términos a usar. También se describe lo que es la planeación energética como una rama especializada de la planeación.

### 3.1 LA PLANEACIÓN. CONCEPTO E IMPORTANCIA.

Existen varias interpretaciones, de acuerdo con diversos autores, del concepto de planeación, a veces también referida como planificación. El Dr. Marcos Moshinsky, miembro del Colegio Nacional, propone la siguiente definición:

"Planear es definir ahora las acciones que deberíamos realizar ordenadamente en el futuro para acercarnos de manera progresiva a un estado deseable de cosas."<sup>1</sup>

En estas propuestas de definición es posible encontrar elementos comunes. Una definición que integra todos estos elementos con gran claridad es la que propone Gonzalo Martner, funcionario de organismos internacionales, la cual será la que se manejará a lo largo de este trabajo:

"Planificar es la acción de hacer planes para el futuro. Es la fijación concreta de metas a la conducta dentro de un plazo determinado, y la asignación precisa de medios en función de aquellos objetivos. Planificar implica, en consecuencia, dar forma orgánica a un conjunto de decisiones, integradas y compatibles entre sí, que guiarán la

---

<sup>1</sup> El Colegio Nacional, Programa Universitario de Energía de la UNAM, PLANEACION ENERGETICA EN MEXICO, México 1982, pág. 255.

actividad de una empresa, de un gobierno o de una familia."<sup>2</sup>

Gabriel Díaz Olmedo, catedrático de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM, ha seleccionado las siguientes, de diversos autores, que se refieren a diversos aspectos y matices de la planeación:

"Planificar es una metodología para escoger entre alternativas por medio de una racionalización."

"Planificación: Técnica que pretende precisar con cierta racionalidad los recursos disponibles, los objetivos coherentes y prioritarios del desarrollo económico y social."

"La planificación es una metodología para la toma de decisiones, y se divide en dos grandes campos: 1) Objetivos y fines; 2) Medios e Instrumentos. La idea de planificación es la de racionalizar la utilización de recursos."<sup>3</sup>

Considero de importancia agregar algunos elementos que no cubren las definiciones anteriores:

La planeación es una técnica que se orienta a transformar la realidad social, es decir, es un proceso fundamentalmente político. Planear es la concepción de una estructura racional de análisis que contenga elementos de información y juicio para fijar prioridades, elegir alternativas, establecer objetivos y metas en el tiempo y en el espacio, ordenar las acciones que permitan alcanzarlas,

---

<sup>2</sup> Hartner[1980]. pág. 9.

<sup>3</sup> Mencionadas en clases de la materia Teoría Presupuestaria, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM.

controlar y evaluar sistemáticamente los procedimientos, avances y resultados para poder introducir con oportunidad los cambios necesarios.

Es importante hacer notar que la planeación, tomada como la previsión de alguna actividad a ser realizada, es una actividad inherente a la sociedad humana, ya que se ha podido apreciar su utilización desde las épocas más remotas de que se tiene noticia, y ha ido evolucionando junto con la civilización, entendida ésta como la organización en sociedades que cumplen con el objetivo de multiplicar los beneficios del trabajo individual, hasta llegar a las etapas de planeación tecnificada y sistemática que se aplican hoy en día.

Puede mencionarse adicionalmente que la planeación es un marco útil para lograr una eficaz y eficiente movilización de recursos públicos, privados y sociales para satisfacer necesidades de una comunidad determinada.

Otro enfoque diferente:

"Programar es hacer planes, programas y proyectos, es fijar metas cuantitativas a la actividad, destinar los recursos humanos y materiales necesarios, definir los métodos de trabajo a emplear, fijar la cantidad y la calidad de los resultados, y determinar la localización espacial de las actividades..."<sup>4</sup>

En cuanto a lo que entenderemos por programa, proyecto y sus relaciones, apuntaremos lo que nos dice el Instituto Latinoamericano de Planeación Económica y Social (ILPES):

"Un programa es algo más que un paquete de proyectos porque supone también vinculaciones entre los proyectos componentes. Estas vinculaciones pueden consistir en relaciones inmediatas de

---

<sup>4</sup> Martner[1980], pág. 9.

insumo-producto entre los proyectos o de complementación menos directa que hace, sin embargo, que la realización de un proyecto sea requisito de la viabilidad de otro."

"Proyecto: Nivel de programación de inversiones relativo al conjunto de acciones destinadas a la creación y ampliación de una unidad económica que incrementará el patrimonio institucional y contribuirá a la formación bruta de capital del país."<sup>5</sup>

De aquí se obtiene que programar es un nivel más desagregado -más específico- del mismo proceso de planeación. En un nivel aún más concreto se encuentran los proyectos; resumiendo se menciona que los:

- PLANES. Marcan pautas sectoriales.
- PROGRAMAS. Marcan líneas de acción más específicas.
- PROYECTOS. Definen en forma detallada la manera de aproximarse a los objetivos y proporcionan una herramienta de control de los mismos.

Completaremos esta breve descripción de la planeación con un análisis de los principios que comúnmente se consideran básicos de la misma, lo cual nos permitirá disponer de bases más concretas para poder entender en su justa dimensión el cuerpo principal de este trabajo, mismo que se desarrollará tomando como marco de referencia esos principios.

---

<sup>5</sup> I.L.P.E.S. (1972), pág. 27.

### 3.2 PRINCIPIOS DE PLANEACION

Se han sugerido, por considerarlos como básicos para la planeación, los siguientes principios: **racionalidad, previsión, universalidad, unidad, continuidad e inherencia.** Los cuales se explican a continuación:

1. La **racionalidad**: representa elegir, mediante un proceso de razonamiento, la que nos parezca la más adecuada de entre una cierta variedad de alternativas posibles.
2. La **previsión**: la planeación necesariamente implica mirar hacia el futuro, y los planes y programas tienen por objeto guiar la conducta hacia adelante.
3. La **universalidad**: la planeación no se restringe a ningún área del conocimiento en particular sino que se puede aplicar a diversas fases o etapas del proceso económico, social y administrativo.
4. La **unidad**: los planes y programas tienen la necesidad de integrarse y formar un todo, orgánico y compatible.
5. La **continuidad**: se refiere a que la planeación no debe terminar nunca, es un proceso que debe ser mantenido y actualizado constantemente.
6. La **inherencia**: la planeación es necesaria en cualquier organización humana y está ligada a la administración.

Estos principios tendrán repercusiones propias al analizar la planeación energética en nuestro país, tanto en su perspectiva histórica como en sus proyecciones futuras.

Pasando ahora al terreno dinámico de la planeación, que comprende el diseño de planes y programas, así como su implantación, y tomando en cuenta que la planeación sirve para hacer compatibles las metas, los recursos y los programas, se mencionará el aspecto de la estrategia en la planeación a fin de completar este marco conceptual.

La estrategia constituye una visión global de política económica, e implica un cierto tipo de análisis integral que permite definir objetivos y seleccionar la cadena de acciones y políticas pertinentes.<sup>6</sup> Para definir una estrategia se sugiere proceder por partes:

Primero, es necesario definir la imagen objetivo, que presente una estructura del sistema económico, político y social en el largo plazo. Una imagen objetivo constituye un escenario que se usa como punto de referencia para fijar una dirección de la política de desarrollo; no se trata de una imagen en detalle sino global, de un modelo social y político.

Segundo, se requiere elaborar un diagnóstico de la actual estructura y funcionamiento, en el cual se debe incluir un análisis de su formación así como una evaluación de la factibilidad para que el sistema económico, social y político evolucione hacia la imagen predefinida.

Tercero, es preciso proceder a la determinación de los proyectos estratégicos que conformarán una secuencia temporal viable de la trayectoria necesaria para el logro de la imagen objetivo.

### 3.3 LA PLANEACION ENERGETICA. CONCEPTO E IMPORTANCIA.

Pasando ahora al aspecto de planeación energética, de manera introductoria se podría expresar que ésta es la rama de la planeación que se ocupa de la armonización de las necesidades de energía con respecto a los recursos disponibles y la organización adecuada para la prevención de insuficiencias en la oferta.

---

<sup>6</sup> NATUS, CARLOS, ESTRATEGIA Y PLAN, I.L.P.E.S.- SIGLO XXI, MEXICO, 1972.

Enfocando los conceptos de la administración pública al ámbito de la energía podemos llegar al concepto de Planeación Energética: se puede decir que ésta consiste en la aplicación de las técnicas de planeación al ámbito de los recursos energéticos de un país o región.

La incertidumbre constituye un fuerte impedimento para el desarrollo de nuevas fuentes de energía, la cual permea todo el proceso de desarrollo. Se necesita tomar decisiones políticas de gran importancia con respecto a la ecología, en términos del acceso a las fuentes energéticas una vez que éstas han sido descubiertas y desarrolladas. Todo lo cual entorpece el desempeño de la función administrativa del Estado y afecta en última instancia a la economía del país, como ha sido el caso del proyecto nuclear mexicano.

Es importante reconocer que los grandes proyectos energéticos, tales como la construcción de presas, gasoductos, plataformas petroleras, etc., tienen profundas implicaciones ecológicas que deben ser consideradas y evaluadas. Se empieza a reconocer en el mundo que existen necesidades verdaderas de conciliación de los intereses ecológicos y las necesidades energéticas, y que existen costos sociales reales en las decisiones que se tomen.

Otro problema a resolver es el de la disponibilidad del capital requerido por los proyectos energéticos, tanto en términos de su origen como de su magnitud. En esta época de fuerte endeudamiento externo, países como México necesitan planear con mucho cuidado su transición energética para que no sólo sea adecuada en términos tecnológicos, sino que sea aceptable financieramente y no comprometa la soberanía del país.

En México esto es -y ha sido- muy importante debido a que por ser un país con abundantes recursos de hidrocarburos se ha visto en la posibilidad de utilizarlos como palanca de su desarrollo económico. Por otra parte, en nuestro país la abundancia de hidrocarburos ha propiciado una fuerte dependencia de los mismos, siendo así que en la actualidad más del 90 % de nuestra energía proviene del petróleo (90.3% según el Balance Nacional de Energía de 1987)<sup>7</sup>. Además, y según un estudio publicado por la Comisión Federal de Electricidad en 1978, las potencialidades hidroeléctricas

---

<sup>7</sup> Secretaría de Energía, Minas e Industria Paracentral (1988), pág. 38.

identificadas del país están sub-aprovechadas (hasta en 85% en ese año). Sin embargo, aunque el intento se ha hecho, no se ha podido lograr el desarrollo esperado en virtud de diversos factores, tanto internos como externos, llevando al país a una de sus peores crisis económicas en su historia moderna.

Para subrayar la importancia del sector energético en el país se puede mencionar que en 1983, el empleo total de carácter permanente en las ramas de electricidad y de hidrocarburos ascendió a cerca de 200,000 personas. Adicionalmente a esta cifra, las actividades de construcción de estas ramas demandan anualmente una gran cantidad de trabajadores temporales<sup>8</sup>. En el contexto de los hidrocarburos, la utilización de los recursos nucleares en México tiene un peso estratégico debido a la necesidad de empezar a ensayar el uso de fuentes alternas que potencialmente permitan, de manera gradual, llegar a sustituir la utilización de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.

Esto se estima así porque el lapso que debe transcurrir entre la elaboración de plantas prototipo para la generación de energía utilizando nuevas fuentes energéticas y su utilización a gran escala (es decir, en una fase operativa estable en la cual estas nuevas fuentes energéticas representen un porcentaje importante del consumo total del país) es de varias décadas, debido a que hay que considerar la formación de recursos humanos que operen y den mantenimiento a las instalaciones, así como por el tiempo que se necesita para construir las obras de ingeniería básica que una planta de este tipo requiere.

En cuanto a la necesidad de avanzar hacia la utilización de la energía nuclear para satisfacer las necesidades nacionales de generación de energía para finales de siglo, es muy ilustrativa la opinión del Lic. José Andrés de Oteyza:

"Desde que se elaboró el Programa de Energía en México se destacó con enorme claridad la necesidad

---

<sup>8</sup> Programa Nacional de Energéticos 1984-1988, pág. 43.

de avanzar en el ámbito nuclear.

Terminaremos este régimen [1976-1982] con alrededor de 20,000 megawatts instalados de generación eléctrica. Dependiendo de lo que ocurra llegaremos a finales de siglo a una capacidad eléctrica instalada total de entre 80,000 y 90,000 megawatts.

Hemos analizado lo que puede aportar la hidroelectricidad, obteniéndose una estimación de alrededor de 15,000 megawatts. Por lo que se refiere a la generación de energía a partir del carbón, la capacidad instalada evolucionará en función del comportamiento de las reservas; consideramos que se podrán instalar de 8,000 a 10,000 MW.

Por lo que toca a la geotermia, en donde estamos haciendo grandes esfuerzos tanto en las instalaciones de Cerro Prieto como en Michoacán y en algunos otros lugares de la República, sentimos que con realismo quizás no pudiéramos ir mucho más allá de los 2,000 o 3,000 megawatts.

Integrando todas esas fuentes energéticas, se obtiene aproximadamente 25,000 megawatts; dado que el mínimo que tendremos que instalar de aquí al año 2,000 es de 60,000 megawatts se requerirá contar con 35,000 megawatts adicionales que deberán provenir de los hidrocarburos o de la energía nuclear.

De ahí el tamaño de la tarea que tendremos que desarrollar en los próximos 20 años y la importancia de los resultados que obtengamos de la licitación internacional<sup>9</sup> que hemos convocado.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> Se refiere a un concurso para otorgar el contrato de construcción de 20 plantas nucleoelectricas en México, la cual posteriormente fue suspendida por el gobierno del presidente De La Madrid, y que aún no tiene visos de volverse a convocar.

<sup>10</sup> Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos(1982), discurso inaugural de José Andrés de Oteyza.

### Cap. 3 Planeación y Planeación Energética.

Las grandes expectativas en los recursos energéticos condujeron a enormes inversiones en infraestructura, tanto en petróleo como en energía nuclear, que consumen cuantiosos recursos financieros durante largos períodos, siendo ahora muy onerosos para el país cuando el mercado internacional de hidrocarburos ha estado deprimido desde 1982 y los ingresos provenientes de las exportaciones de crudo siguen estando por debajo de lo proyectado.

Es importante señalar que el dinámico desarrollo del sector energético ha propiciado rápidos procesos de cambio económico y social, pero rebasó la capacidad de respuesta de las regiones donde se dio la mayor actividad del sector, ocasionando desequilibrios ambientales, inflación y debilitamiento de áreas político-administrativas de competencia estatal y municipal.

Adicionalmente persisten una serie de problemas; entre ellos destacan que un 24% de la población total, principalmente asentada en localidades dispersas y muy alejadas de los centros de distribución, no dispone de energía eléctrica<sup>11</sup>, y por otra parte el deterioro ecológico por la emisión, polvos, desechos sólidos y líquidos altamente contaminantes ha alcanzado niveles de peligro para la salud de la población en ciertas áreas.

Ante tales circunstancias se hace imprescindible llevar a cabo una cuidadosa y detallada planeación de lo que queremos hacer con nuestros recursos energéticos y delinear cuáles son las vías más adecuadas para administrar las reservas que tenemos y, en su oportunidad, lograr la transición a otras fuentes de energía.

Un esfuerzo de planeación particularmente importante al respecto lo constituyó el Programa Nacional de Energéticos 1984-1988 (PRONE), el cual fue preparado por la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal y presentado el 13 de agosto de 1983.

Entre los principales objetivos del PRONE se encontraban: garantizar la autosuficiencia energética presente y futura del país, con base

---

<sup>11</sup> Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (1983).

fundamentalmente en nuestros propios recursos; contribuir al desarrollo social, ampliando la cobertura y evitando desequilibrios regionales y ambientales; ahorrar energía y promover su uso eficiente; alcanzar un balance energético más racional; fortalecer la autodeterminación y el avance tecnológico; lograr un sector energético más eficiente y mejor integrado; y contribuir al fortalecimiento del mercado mundial de hidrocarburos.

Según el Dr. Miguel Wionczek, quien fuera investigador y catedrático del Colegio de México, en nuestro país no hay una verdadera política energética:

"...la ausencia de una política energética definida y coherente no es característica exclusiva de México. Hasta el día en que la OPEP cambió unilateralmente, en 1973-74, los precios internacionales del petróleo, ningún país (con excepción, tal vez, de los que pertenecen al bloque socialista) consideraba imprescindible una política energética de largo plazo. También los planes o programas energéticos de los países socialistas eran bastante deficientes desde el punto de vista de su coherencia y eficacia."<sup>12</sup>

Hay estudios que preveen que la participación de los hidrocarburos en el consumo de energía nacional para el año 2,000 permanecerá en el mismo orden que en la actualidad: cerca del 90%<sup>13</sup>. Lo cual es muy grave si consideramos que para ese año los yacimientos de hidrocarburos estarán a punto de agotarse para fines prácticos. De ahí que sea imperativo planear los usos de los energéticos y además hacerlo bien y desde ahora.

La razón que se aduce para predecir una continuada dependencia en los hidrocarburos es que, por una parte, al ser nuestro país un fuerte productor de petróleo es difícil mover al aparato burocrático en la dirección de la sustitución de esa fuente primaria de energía. No pareciera haber una necesidad apremiante como podría haberla en un país como la República

---

<sup>12</sup> Wionczek[1982], pág. 83.

<sup>13</sup> Colegio Nacional[1982], pág. 87

Federal Alemana, el cual necesita llevar a cabo un programa de sustitución de energéticos por razones de vulnerabilidad política y económica, debido a que ése país tiene que importar un 95% de sus necesidades de hidrocarburos, lo cual con una dependencia del 52% aproximadamente en este recurso para sus necesidades de energía lo convierte en un país extremadamente vulnerable a bloqueos y embargos de petróleo<sup>14</sup>. En el caso de México el sector eléctrico es el único susceptible de sustituir masivamente el uso de hidrocarburos, y para lograrlo deberá apoyarse en recursos hidrológicos, en recursos carboníferos o en energía nuclear o en energía solar y, por lo tanto, la capacidad de crecimiento de este sector es bastante predecible.

Para el caso de los recursos hidrológicos, se conoce bien el potencial del país (como se indica en el apartado 1.2) y no permite sustituir a los hidrocarburos a gran escala; en cuanto a los recursos carboníferos para alimentar a las carbocelétricas, éstos representan una opción sumamente contaminante del medio ambiente y, además, tendrían que ser importados en gran parte, lo cual significaría un sacrificio de divisas importante, que también comprometería la independencia energética del país. Por cuanto a la nucleoelectricidad, la opinión pública aún es muy desfavorable al respecto y, por otra parte, la construcción de plantas nucleares implica proyectos de ingeniería e instalaciones sumamente costosos y cuyo plazo de ejecución abarca décadas. En suma, en el momento presente no hay alternativas viables, en el corto o mediano plazo, para proceder a la deseada diversificación de fuentes primarias de energía. Es una realidad ineludible el hecho de que no contaremos con los hidrocarburos para satisfacer nuestras necesidades de energía eternamente... algún día se habrán de acabar, y ése día no está muy lejano.

Según estudios del Programa Universitario de Energía:

"De mantenerse tendencias de crecimiento anual de la demanda energética aún de hasta 3 y 4 puntos por debajo de las históricas del país, México podría convertirse en fuerte importador de hidrocarburos

---

<sup>14</sup> Federal Republic of Germany[1977], pp. 18-19.

hacia los primeros años del siglo XXI si la estructura de la oferta energética se mantuviese semejante a la actual. Para entonces es probable que ninguna fuente de energía habrá podido capturar por sí sola la porción del mercado energético que en la actualidad corresponde a los hidrocarburos."<sup>15</sup>

Lo anterior implica la necesidad de coordinar las actividades y decisiones en un conjunto congruente entre sí, a fin de racionalizar el uso de todos los recursos necesarios para lograr las metas trazadas en el sector energético.

Hemos de tomar en cuenta varias consideraciones particulares al tratar con la planeación, y en especial con la planeación energética: es tradicional la división de los recursos necesarios para llevar a efecto los planes y programas en recursos financieros, recursos humanos y recursos materiales; sin embargo, considero fundamental empezar a considerar como un recurso administrable por derecho propio a los recursos energéticos. Esto quiere decir que los usos de energía necesaria para la realización de cualquier proyecto deben ser controlados de manera independiente con miras a optimizar el uso de estos recursos.

Por otra parte, en materia energética, y sobre todo energética nuclear, prácticamente no es posible pensar en la división tradicional de los planes en corto, mediano y largo plazo, ya que en el sector energético los programas necesariamente tienen que ser de largo alcance, debido a que todas las obras asociadas, por su propia naturaleza, son de larga maduración, desde que se concibe el proyecto hasta que entran en operación las instalaciones y servicios planeados.

En cuanto al aprovechamiento de la energía nuclear, por sus características *cul genera*, esto es aún más válido. Como dijera el Lic. José Andrés de Oteyza:

"No es un programa [el nuclear] de un determinado

---

<sup>15</sup> Programa Universitario de Energía (1983), pág. 8.

régimen o de un determinado período de gobierno, es una tarea de México con dimensión y trascendencia histórica. Lo que estamos empezando a hacer en este momento tendrá sus resultados dentro de 15, 20 o más años."<sup>16</sup>

### 3.4 BALANCES DE ENERGÍA.

Un elemento de singular importancia para cualquier administrador lo constituyen los balances contables. En el contexto de planeación y administración energética se cuenta con un instrumento *ad hoc*: los balances de energía.

Los balances de energía constituyen un marco contable que integra información estadística relativa a la producción, transformación y consumo de energía. Como instrumento de análisis los balances de energía permiten tener una visión ordenada y de conjunto de los principales flujos de energía en un sistema determinado, por lo que son de particular utilidad para estimar necesidades totales de insumos energéticos, conocer la estructura de la oferta y demanda de energía por fuente, al igual que evaluar el consumo de los principales sectores de la economía. Como instrumento de planeación, estos balances constituyen el marco de referencia para estudiar las posibilidades de diversificación, sustitución y conservación y uso eficiente de energía, asimismo pueden servir de base para ejercicios de simulación de escenarios futuros que permiten delinear la política energética.

En estos balances se identifican las fuentes de energía primaria utilizadas en el país, se describe el proceso de transformación de energía primaria en secundaria, contabilizándose el consumo propio así como las pérdidas atribuibles al sector energético; también se presenta el destino de

---

<sup>16</sup> Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (1982), discurso inaugural de José Andrés de Oteyza.

los diversos tipos de energía secundaria por sectores principales de demanda final<sup>17</sup>.

La energía primaria es la energía potencial contenida en los energéticos tal como se encuentran en su estado natural. Las principales formas de energía primaria son el carbón mineral, la biomasa, el petróleo crudo, el gas natural, el uranio, la energía solar, las corrientes hidráulicas, las corrientes de aire y la geotermia. Sin embargo, sólo en algunos casos pueden consumirse de forma directa, en su estado original. Es necesario someter los energéticos a múltiples transformaciones: el petróleo crudo se refina para obtener diversos productos derivados; el carbón mineral puede convertirse en coque; todos los combustibles pueden utilizarse para generar electricidad. La energía potencial contenida en los productos de estos procesos de transformación se define como energía secundaria<sup>18</sup>.

Un balance energético, al igual que un balance contable, es una relación de los movimientos más significativos de recursos, en este caso, de recursos energéticos. Presenta en cifras la producción total y por rubros, las importaciones, las exportaciones, y el consumo. Al respecto de su propósito son ilustrativas las palabras del Lic. Alfredo del Mazo, ex-secretario de Energía, Minas e Industria Paraestatal:

"El Balance de Energía es una herramienta singularmente útil para el análisis y la planeación. Su utilidad reside en su capacidad intrínseca, como se ha dicho, para identificar la influencia de los patrones energéticos en la organización y funcionamiento de la economía del país. En este sentido el trabajo realizado por la SEMIP, con la valiosa y oportuna colaboración de Petróleos Mexicanos y la Comisión Federal de Electricidad, ha permitido la elaboración de un documento que busca comprender y explicar, y sumarse así al esfuerzo nacional de transformación.

---

<sup>17</sup> Secretaría del Patrimonio y Fomento Industrial(1981)

<sup>18</sup> Secretaría del Patrimonio y Fomento Industrial(1981)

Con este instrumento podremos dar los siguientes pasos: racionalizar el consumo energético; avanzar en la diversificación de las fuentes y, en síntesis, compatibilizar la disposición de los recursos en el logro de nuestros objetivos de desarrollo, en la ardua tarea de construcción del futuro del país."<sup>19</sup>

Para los balances energéticos es necesario adoptar una unidad común que permita comparar, sumar y manejar los diversos recursos energéticos que se presentan. Para tal efecto se reconocer internacionalmente tres unidades diferentes:

- a) el billón de kilocalorías<sup>20</sup>, unidad aceptada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).
- b) el joule<sup>21</sup>,
- c) El barril de petróleo, que se emplea sobre todo en los Estados Unidos.

A partir de 1980, en México se utiliza el tipo de balances de la OCDE, el cual tiene la característica de ser condensado y breve, aunque también se incluye el balance en formato de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). Estos son los balances que se incluyen en este trabajo, y, por lo tanto se expresan en billones de kilocalorías. Desde 1984 existe un Grupo Interinstitucional encargado de elaborar los balances de energía, dicho grupo está formado por representantes de la Secretaría de Minas e Industria Paraestatal, Petróleos Mexicanos y la Comisión Federal de Electricidad. Por ahora el balance de energía de México no contabiliza los rubros de carbón vegetal, energía solar para producción de sal<sup>22</sup>, ni energía eólica. Se tiene

---

<sup>19</sup> Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal [1987]

<sup>20</sup> Un billón de calorías =  $1 \times 10^{12}$  calorías.

<sup>21</sup> Un joule se define como el trabajo efectuado por una corriente de 1 ampere para a través de una resistencia de 1 Ohm durante 1 segundo.

<sup>22</sup> Según estimaciones de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal se aprovechan  $100 \times 10^{12}$  kilocalorías para la evaporación del



### Cap. 3 Planeación y Planeación Energética.

proyectado elaborar estos balances de manera semestral y también por regiones y estados del país, ya que por ahora sólo se tiene la información nacional cada año.

Como se puede apreciar en el balance adjunto, cuadro 2.1, -los conceptos remarcados en negritas corresponden a lo que aparece en el balance- la estructura de de estos balances energéticos es la siguiente: se divide la información en dos grandes grupos: energía primaria y energía secundaria. Para el caso de energía primaria se tiene una serie de columnas que indican el tipo de combustible: carbón, petróleo, condensado, gas no asociado, gas asociado, hidroenergía, geenergía, bagazo de caña y leña; la energía secundaria, por su parte, abarca las columnas: coque, gas licuado, gasolinas y naftas, kerosinas, diesel, combustóleo, carga virgen, productos no energéticos, gas y electricidad.

Por otra parte, viendo el balance por líneas, se observa que está dividido en tres grupos: oferta, transformación y consumo final. En cuanto a la oferta se detalla la producción, importación y variación de inventarios lo cual sumado compone la oferta total; a ésta se le resta la exportación, la energía no aprovechada y la cantidad correspondiente a maquila e intercambio para obtener la oferta interna bruta. En la parte de transformación se detalla el gasto de energía que se efectuó para convertirla a formas más aceptables para los usuarios finales; de tal forma se desglosa este apartado en coquizadoras, refinerías y despuntadoras, plantas de gas y fraccionadoras, y centrales eléctricas; también se detalla el consumo propio del sector (energético), la diferencia estadística, y las pérdidas por transformación, distribución y almacenamiento). El rubro del consumo final total detalla el destino final de la energía, es así que se presenta el consumo final no energético dividido en petroquímica básica y otras ramas económicas. También se presenta el consumo final energético dividido en consumo del sector residencial, comercial y público, transporte, agropecuario, e industrial (dividido en petroquímica básica y otras ramas industriales). La última línea da el total de producción bruta de energía secundaria.

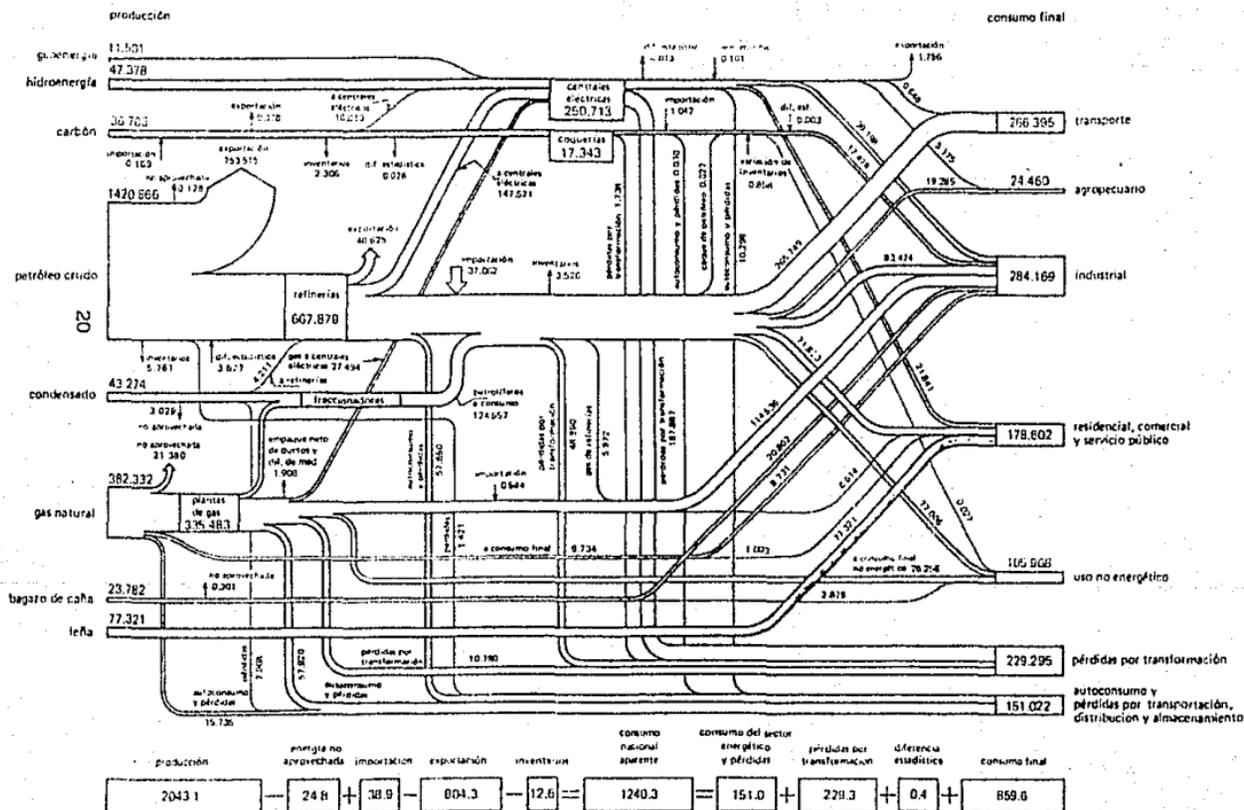
Por su parte, los diagramas de flujo de energía, (ver diagrama 2.1) como se indica en el diagrama adjunto, muestran gráficamente la oferta total de energía por tipos de energéticos (geoenergía, hidroenergía, carbón, petróleo crudo, condensado, gas natural, bagazo de caña y leña) y su recorrido por diversos procesos de transformación hasta su utilización final. Cada energético aparece en forma de flecha a partir de su origen (lado izquierdo del diagrama) y hasta su uso final (lado derecho). Este diagrama es muy útil para determinar la producción de energía a partir de los diversos energéticos así como su evolución hasta llegar al consumidor final. Al pie de la página se presenta una ecuación simple que corresponde a las transformaciones que sufre la energía a partir de la oferta total (compuesta por la producción, las importaciones, las variaciones de inventarios y descontando la energía no aprovechada y las exportaciones), lo que también se llama consumo nacional aparente, se dice que es aparente porque no es un consumo real ya que como se aprecia en el lado derecho de la ecuación aún contiene las pérdidas por concepto de transformación de energía, el consumo del sector energético y sus pérdidas por transportación, distribución y almacenamiento, así como la llamada diferencia estadística, que es lo mismo que variaciones de inventarios de productos finales, lo cual da el consumo final total.

Haciendo un análisis de los balances energéticos de México de los últimos veintitrés años se observa lo siguiente:

Entre 1965 y 1987 la producción de energía primaria en México casi se quintuplicó (ver gráfica 2.1) al pasar de 418.9 a 2,043.1 billones de kilocalorías, mostrando un ritmo de crecimiento de 8.3 por ciento promedio anual. En esos años se pueden apreciar tres periodos distintos de evolución.

De 1965 a 1973 dicha producción mantuvo un ritmo de crecimiento de 4.5 por ciento en promedio anual. Durante el segundo periodo que va de 1973 a 1982, se registró una tasa de crecimiento promedio anual de 15.8 por ciento. De 1982 a 1986 se identifica el tercer periodo en el que la producción decrece a una tasa promedio anual de 3.12 por ciento. El año de 1987 representa el posible inicio de una recuperación de la producción de energía ya que se pasó de 1960.7 a 2043.1 billones de kilocalorías, con un incremento de 4.2

balance nacional de energía, 1987  
(billones de kilocalorías)



por ciento sobre el año anterior.

En las cinco tablas adjuntas se hace un análisis de la situación energética del país en el periodo mencionado (en base a los balances nacionales) mediante un desglose en grupos de cinco años destacando las principales variables de los balances energéticos y los diagramas de flujo de la energía. En la primera parte de las tablas se analiza el consumo nacional aparente; en la segunda parte se presenta la situación de la oferta al mercado nacional por tipo de energético; en la tercera parte se presenta el cuadro de consumo del sector energético detallándose su autoconsumo, las pérdidas por conversión de energía en termoelectricas y en refinerías; finalmente se muestra la situación de la oferta de energía para el mercado nacional y su consumo por sectores.

En la gráfica 2.2 se muestra la evolución de las importaciones de energéticos, para el periodo mencionado; por su parte la gráfica 2.3 muestra la evolución de las exportaciones; en la gráfica 2.4 se muestran las exportaciones de energía sobrepuestas a la producción nacional, hay que tomar en consideración que en esta gráfica se utilizan dos ejes de valores, el de la izquierda corresponde a las exportaciones y el de la derecha a la producción nacional, sin embargo se ha considerado útil sobreponer las gráficas para destacar que el patrón de desarrollo de la exportaciones es casi idéntico al de la producción, esto es debido al incremento moderado del consumo nacional frente a un acelerado crecimiento de la producción lo cual ha venido generando grandes excedentes de energía los cuales son exportados casi en su totalidad. Por su parte la gráfica 2.5 presenta las variaciones en inventarios en los últimos años, en la cual se aprecia que a partir de 1978 (con excepción de 1986) casi todas las variaciones han sido negativas y mucho mayores que las del periodo anterior. El análisis de la oferta nacional de energía se presenta en tres gráficas: la primera (gráfica 2.6) muestra las tendencias generales de la oferta tomada en su conjunto, en la segunda (gráfica 2.7) se muestra la oferta de manera comparativa año con año de manera global y por componentes, y en la tercera (gráfica 2.8) se muestran las tendencias individuales de los energéticos en la cual es fácil apreciar la evolución lineal constante de la electricidad, y la casi constante evolución en la oferta de petróleo y gas, frente a un crecimiento

TABLA 2.1

BALANCE NACIONAL DE ENERGIA 1965-1969

	10 <sup>12</sup> KCAL
PRODUCCION NACIONAL	2,361.755
IMPORTACIONES	87.566
EXPORTACIONES	-197.609
VARIACION DE INVENTARIOS	-4.279
ENERGIA PARA EL CONSUMO NACIONAL + PERDIDAS	2,247.433
OFERTA AL MERCADO NACIONAL	

	10 <sup>12</sup> KCAL	% DE OFERTA NAL.
PETROLEO	805.320	70.9
GAS NATURAL	222.751	19.6
CARBON	42.273	3.7
ENERGIA ELECTRICA	65.640	5.8
GEOTERMIA	0.000	0.0
	1,135.984	100.0
CONSUMO PROPIO Y PERDIDAS DEL SECTOR ENERGETICO		

CONSUMO PROPIO DEL SECTOR ENERGETICO MAS PERDIDAS	156.045	7.69
PERDIDAS POR CONVERSION DE ENERGIA EN PLANTAS TERMoeLECTRICAS	324.221	15.98
PERDIDAS DE ENERGIA EN REFINERIAS	87.419	4.31
	567.685	27.97
CONSUMO FINAL DEL MERCADO NACIONAL		

	10 <sup>12</sup> KCAL	% DE OFERTA NAL.	% CONS. FINAL
INDUSTRIA	511.859	25.22	35.02
TRANSPORTES	410.732	20.24	28.10
OTROS SECTORES	468.054	23.06	32.02
USOS NO ENERGETICOS	71.081	3.50	4.86
CONSUMO TOTAL	1,461.726	72.02	100.00

TABLA 2.2

BALANCE NACIONAL DE ENERGIA 1970-1974

	<u>10<sup>12</sup> Kcal</u>
PRODUCCION NACIONAL	2,967.727
IMPORTACIONES	235.749
EXPORTACIONES	-129.207
VARIACION DE INVENTARIOS	-5.312
ENERGIA PARA EL CONSUMO NACIONAL + PERDIDAS	<u>3,068.957</u>
OFERTA AL MERCADO NACIONAL	

	<u>10<sup>12</sup> Kcal</u>	<u>% DE OFERTA NAL.</u>
PETROLEO	1,085.752	67.6
GAS NATURAL	341.168	21.2
CARBON	63.453	4.0
ENERGIA ELECTRICA	113.788	7.1
GEOTERMIA	1.919	0.1
	<u>1,606.080</u>	<u>100.0</u>
CONSUMO PROPIO Y PERDIDAS DEL SECTOR ENERGETICO		

CONSUMO PROPIO DEL SECTOR ENERGETICO MAS PERDIDAS	158.718	5.57
PERDIDAS POR CONVERSION DE ENERGIA EN PLANTAS TERMoeLECTRICAS	503.176	17.90
PERDIDAS DE ENERGIA EN REFINERIAS	163.233	5.81
	<u>823.125</u>	<u>29.28</u>

CONSUMO FINAL DEL MERCADO NACIONAL

	<u>10<sup>12</sup> Kcal</u>	<u>% DE OFERTA NAL.</u>	<u>% CONS. FINAL</u>
INDUSTRIA	709.734	25.25	35.70
TRANSPORTES	609.489	21.68	30.66
OTROS SECTORES	549.936	19.56	27.66
USOS NO ENERGETICOS	118.858	4.23	5.98
	<u>1,988.017</u>	<u>70.72</u>	<u>100.00</u>

TABLA 2.3

BALANCE NACIONAL DE ENERGIA 1975-1979

10<sup>12</sup> KCAL

PRODUCCION NACIONAL	4,886.565
IMPORTACIONES	116.850
EXPORTACIONES	-712.539
VARIACION DE INVENTARIOS	- 5.894
ENERGIA PARA EL CONSUMO NACIONAL + PERDIDAS	4,284.982

OFERTA AL MERCADO NACIONAL

	10 <sup>12</sup> KCAL	% DE OFERTA NAL.
PETROLEO	1,642.304	69.7
GAS NATURAL	444.314	18.8
CARBON	82.152	3.5
ENERGIA ELECTRICA	178.766	7.6
GEOTERMIA	9.807	0.4
	2,357.343	100.0

CONSUMO PROPIO Y PERDIDAS DEL SECTOR ENERGETICO

CONSUMO PROPIO DEL SECTOR ENERGETICO MAS PERDIDAS	204.038	5.27
PERDIDAS POR CONVERSION DE ENERGIA EN PLANTAS TERMoeLECTRICAS	727.041	18.79
PERDIDAS DE ENERGIA EN REFINERIAS	163.395	4.22
	1,094.474	28.29

CONSUMO FINAL DEL MERCADO NACIONAL

	10 <sup>12</sup> KCAL	% DE OFERTA NAL.	% CONS. FINAL
INDUSTRIA	999.720	25.84	36.03
TRANSPORTES	918.063	23.68	33.01
OTROS SECTORES	660.445	17.07	23.80
USOS NO ENERGETICOS	198.471	5.13	7.15
CONSUMO TOTAL	2,774.699	71.72	100.00

TABLA 2.4

BALANCE NACIONAL DE ENERGIA 1980-1984

10<sup>12</sup> Kcal

PRODUCCION NACIONAL	10,082.246
IMPORTACIONES	66.677
EXPORTACIONES	-3,926.429
VARIACION DE INVENTARIOS	-31.633
ENERGIA PARA EL CONSUMO NACIONAL + PERDIDAS	6,190.861

OFERTA AL MERCADO NACIONAL

	10 <sup>12</sup> Kcal	% DE OFERTA NAL.
PETROLEO	2,227.249	65.3
GAS NATURAL	819.285	24.0
CARBON	90.210	2.6
ENERGIA ELECTRICA	257.209	7.5
GEOTERMIA	16.479	0.5
	3,410.432	100.0

CONSUMO PROPIO Y PERDIDAS DEL SECTOR ENERGETICO

CONSUMO PROPIO DEL SECTOR ENERGETICO MAS PERDIDAS	429.226	7.66
PERDIDAS POR CONVERSION DE ENERGIA EN PLANTAS TERMoeLECTRICAS	1,113.752	19.89
PERDIDAS DE ENERGIA EN REFINERIAS	249.820	4.46
	1,792.798	32.01

CONSUMO FINAL DEL MERCADO NACIONAL

	10 <sup>12</sup> Kcal	% DE OFERTA NAL.	% CONS. FINAL
INDUSTRIA	1,344.980	24.01	35.32
TRANSPORTES	1,297.937	23.17	34.08
OTROS SECTORES	784.252	14.18	20.86
USOS NO ENERGETICOS	370.987	6.62	9.74
CONSUMO TOTAL	3,808.156	67.98	100.00

TABLA 2.5

BALANCE NACIONAL DE ENERGIA 1985-1987

	10 <sup>12</sup> Kcal
PRODUCCION NACIONAL	6,100.526
IMPORTACIONES	101.971
EXPORTACIONES	-2,460.550
VARIACION DE INVENTARIOS	-16.054
ENERGIA PARA EL CONSUMO NACIONAL + PERDIDAS	3,725.893

OFERTA AL MERCADO NACIONAL

	10 <sup>12</sup> Kcal	% DE OFERTA NAL.
PETROLEO	1,555.349	68.4
GAS NATURAL	451.376	19.8
CARBON	53.172	2.3
ENERGIA ELECTRICA	190.016	8.4
GEOTERMIA	24.828	1.1
	2,274.741	100.0

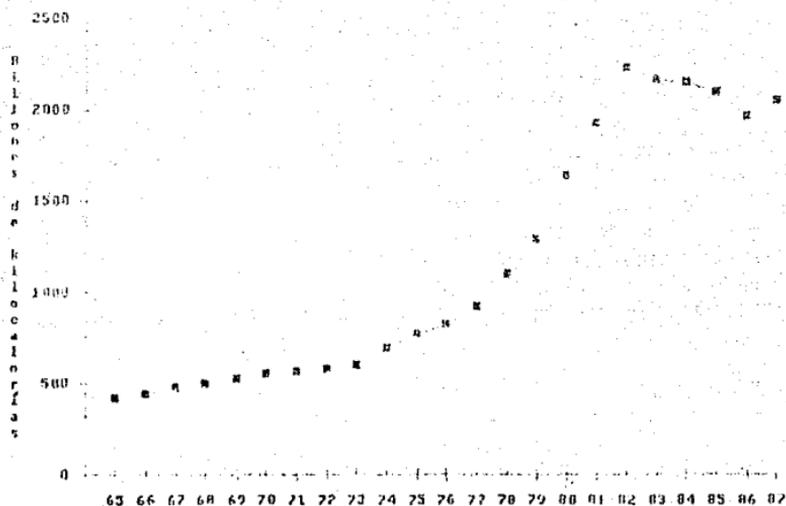
CONSUMO PROPIO Y PERDIDAS DEL SECTOR ENERGETICO

CONSUMO PROPIO DEL SECTOR ENERGETICO MAS PERDIDAS	302.650	8.44
PERDIDAS POR CONVERSION DE ENERGIA EN PLANTAS TERMoeLECTRICAS	657.498	18.33
PERDIDAS DE ENERGIA EN REFINERIAS	167.634	4.67
	1,127.782	31.44

CONSUMO FINAL DEL MERCADO NACIONAL

	10 <sup>12</sup> Kcal	% DE OFERTA NAL.	% CONS. FINAL
INDUSTRIA	839.797	23.42	34.16
TRANSPORTES	787.858	21.97	32.04
OTROS SECTORES	524.103	14.61	21.32
USOS NO ENERGETICOS	307.006	8.56	12.49
CONSUMO TOTAL	2,458.764	68.56	100.00

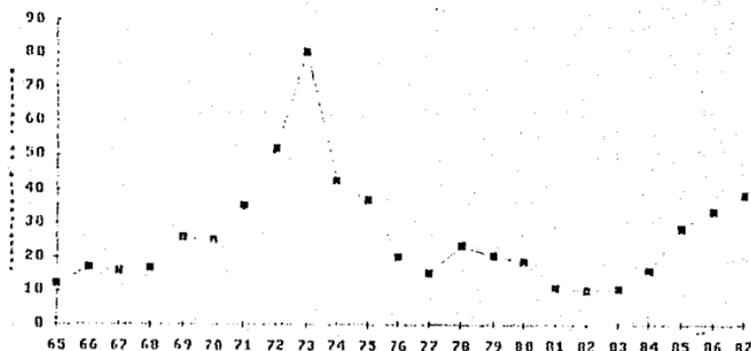
### Producción Nacional de Energía



Gráfica 2.1  
Producción de energía en México para los años 1965-1987.

algo errático del carbón y el rápido crecimiento que ha tenido la energía geotérmica (hasta casi representar la misma participación que el carbón en 1987). En la gráfica 2.9 se muestran las tendencias de las pérdidas de energía en refineras, conversión de energía (termoeléctricas) y el consumo propio del sector energético, en esta gráfica es claramente visible el desperdicio de energía que representan las termoeléctricas para la generación de electricidad y también es observable que en los últimos 23 años poco o nada se ha hecho para reducir las pérdidas de energía pues el porcentaje de pérdidas con respecto a la producción total nacional en los tres rubros antes mencionados se ha mantenido prácticamente constante. Para cerrar el análisis de las tablas mencionadas se presenta la gráfica 2.10 con las tendencias individuales de los cuatro sectores consumidores finales de energía, en la cual es posible apreciar que el sector transporte ha tenido

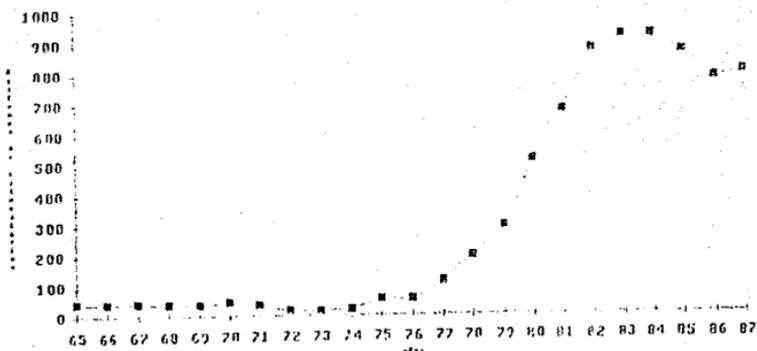
### Importaciones



Gráfica 2.2  
Evolución de las importaciones de energéticos.

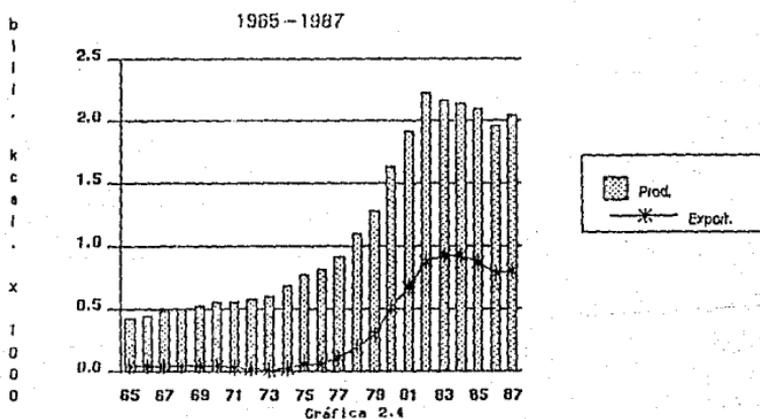
una curva de crecimiento muy pronunciada siendo muy similar a la observada por el sector industrial, lo cual no es satisfactorio pues está indicando que se gasta casi la misma cantidad de energía en transportar los productos que consume la sociedad que la que se emplea en producirlos; por otra parte se ve el crecimiento moderado de los otros sectores de la economía y el fuerte impulso en el consumo de energía que ha tenido el sector de usos no energéticos a partir de 1977, lo cual refleja el incremento en la producción de fertilizantes y en general en la petroquímica básica.

## Exportaciones



Gráfica 2.3  
Evolución de las exportaciones de energéticos.

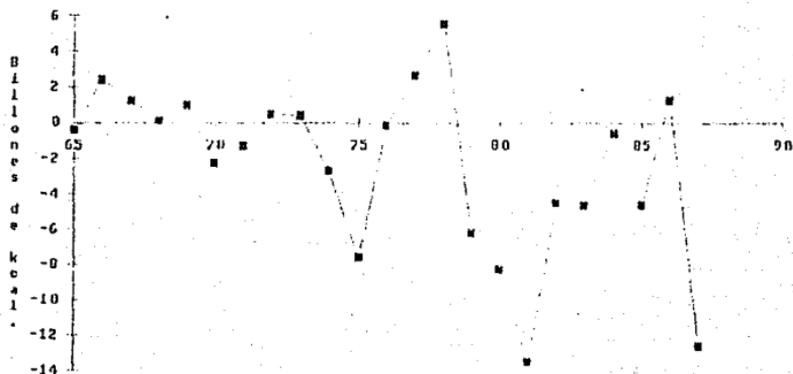
## Producción vs. Exportación de Energía



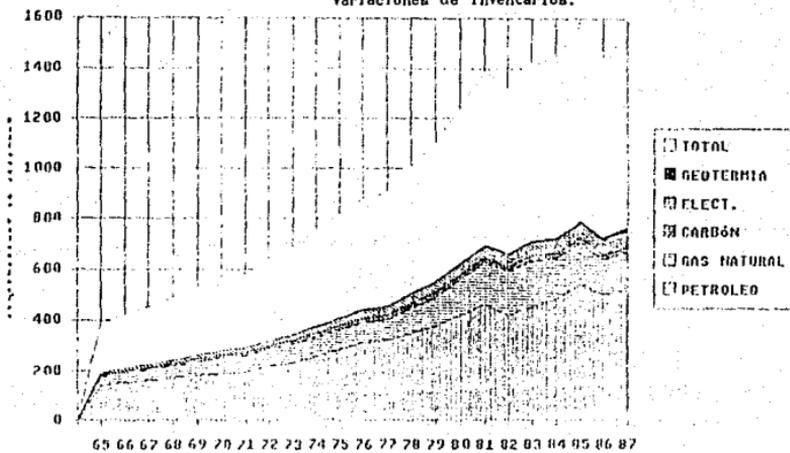
Gráfica 2.4  
Comparación entre la evolución de la producción vs. las exportaciones

(en miles de billones de kilocalorías).

Variación de Inventarios 1965-1987

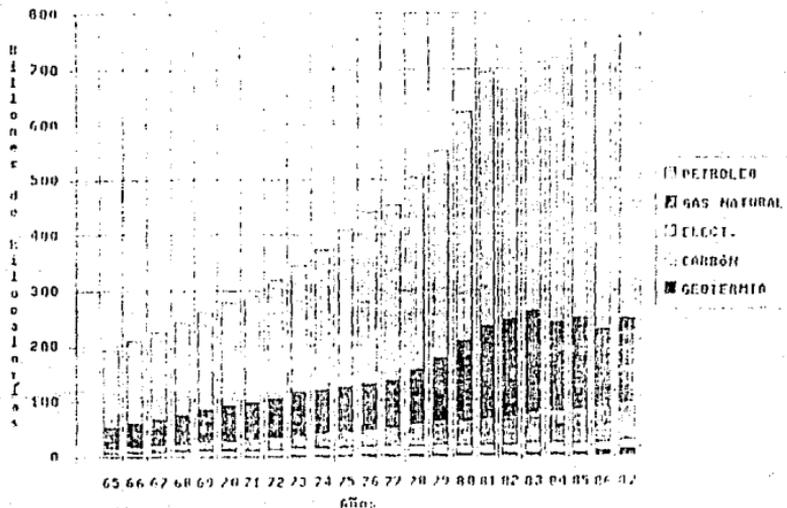


Gráfica 2.5  
Variaciones de Inventarios.

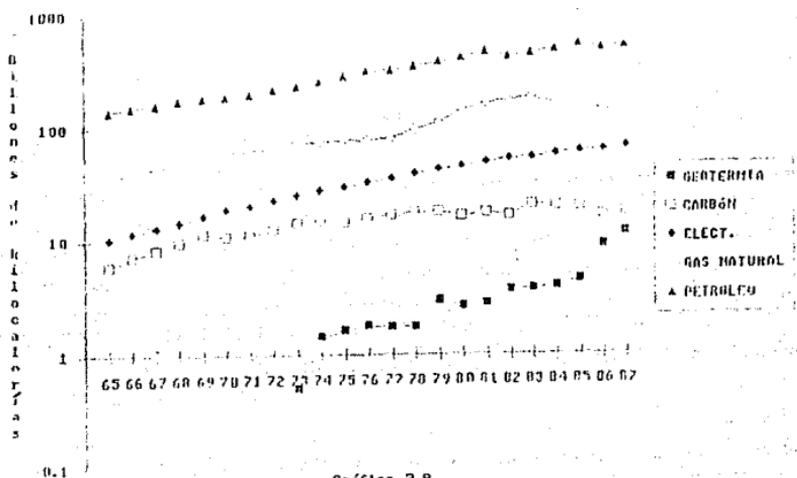


Gráfica 2.6  
Oferta de Energía (tendencias generales).

## Oferta Nacional de Energía 1965-1987

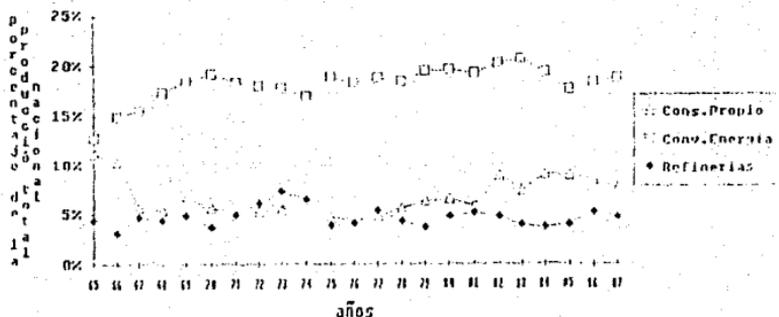


Año.  
Gráfica 2.7  
Comparación de la oferta global de energía.



Gráfica 2.8  
Tendencias de la oferta de energía por tipo de energéticos.

Pérdidas de Energía.



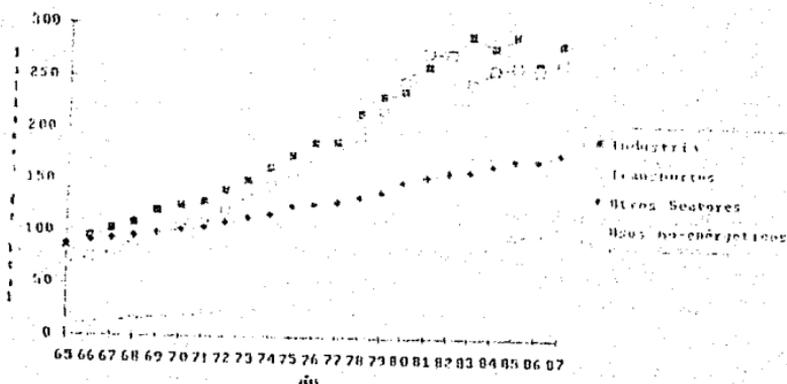
Gráfica 2.B  
Evolución de las pérdidas de energía.

Tomando algunos datos estadísticos observamos que la ineficiencia en el uso de los energéticos en México es enorme: medida en términos de su consumo por unidad del PIB<sup>23</sup>, México consumía en 1975, 6,500 Kcal/dólar, en tanto que en los Estados Unidos el consumo era de 10,600 Kcal/dólar, en Japón 5,600 Kcal/dólar y en España de 5,500 Kcal/dólar. Con un consumo de 0.8 litros de petróleo crudo equivalente por dólar<sup>24</sup>, México utiliza el doble de energía por unidad de PIB que, por ejemplo, Francia o Brasil, país este último con

<sup>23</sup> Producto Interno Bruto: el Producto Interno Bruto es la suma del valor de los bienes y servicios que genera una economía en un lapso determinado.

<sup>24</sup> Programa Universitario de Energía(1982), pág. 12, presentación del Dr. Mariano Bauer.

### Consumo Final de Energía 1965-1987



Gráfica 2.10  
Tendencias de consumo de energía por sectores.

un nivel de desarrollo económico similar<sup>25</sup>. En la gráfica número 2.11 se muestra el consumo de energía primaria en términos del Producto Interno Bruto (PIB) en países seleccionados (según estadísticas del año de 1978 proporcionadas por la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial). El consumo de energía al que se hace referencia incluye la que proviene de todas las fuentes primarias y se expresa en su equivalente térmico de petróleo crudo. La relación entre el consumo de energía y el PIB es una medida global de la intensidad con que una sociedad usa energía. En el caso de México, este índice nos pone en claro la situación anómala de que nuestro país consume relativamente más energía que otros países altamente industrializados y que se localizan en climas más fríos; lo cual permite

<sup>25</sup> Colegio Nacional [1982], pág. 71, ponencia del Ing. Jacinto Viqueira.

suponer un desperdicio de energía.

Se puede observar que el consumo de energía ha venido aumentando a ritmos mucho mayores que el PIB. Durante el periodo 1965-1970, el PIB creció en 6.3%, en comparación con el 6.1 por ciento mostrado por el consumo nacional de energía (elasticidad de 0.97). El fuerte requerimiento energético en la etapa de la expansión petrolera y de la economía en general durante el periodo 1970-1980, provocó que esta tendencia se revirtiera, mostrándose un incremento del consumo de energía del 8.2 por ciento en comparación al 6.6 por ciento del PIB, originando con ello elasticidades mayores a la unidad. Cabe señalar que en el periodo 1977-1982 se registró un coeficiente de elasticidad muy alto, siendo éste de 1.5<sup>26</sup>.

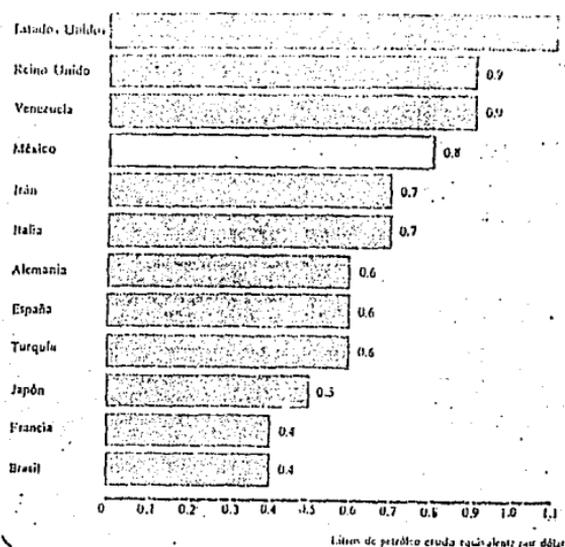
En el periodo 1975-1979 el porcentaje de crecimiento de la demanda interna de hidrocarburos fue 1.7 veces mayor que el porcentaje de crecimiento del PIB, y el transporte fue el sector que más contribuyó a este crecimiento<sup>27</sup>. En el periodo 1982-1987 también creció con mayor rapidez la demanda de hidrocarburos que el PIB, con una proporción de 1.3 veces<sup>28</sup>. La demanda de energía también ha mostrado crecimientos más altos que el registrado por la producción de la misma, al respecto la gráfica 2.12 muestra comparativamente la variación porcentual año con año de la producción de energía en México y del consumo correspondiente.

---

<sup>26</sup> Balances Nacionales de Energía 1965-1985, pág. 22.

<sup>27</sup> Colegio Nacional [1982], pág. 17.

<sup>28</sup> El consumo nacional total de energía (en billones de kilocalorías) para 1982 fue de 1234.176, en 1987 fue de 1240.320; lo cual nos indica un índice de crecimiento del orden del 0.5%. Por su parte el PIB nacional (en millones de pesos constantes de 1980) fue en 1982 de \$4'831,888.-, en 1987 fue de \$4'792,938.-; lo cual nos arroja una tasa negativa de crecimiento de aproximadamente -0.8%; entonces la diferencia de crecimiento de la demanda con respecto al PIB es de 1.3 veces. Según datos del Balance Nacional de Energéticos de 1987.



Gráfica 2.11  
Consumo de energía primaria por unidad de Producto Interno Bruto generada.

En el periodo 1982-1987 se observa que la intensidad energética<sup>29</sup> se elevó ligeramente, siendo en 1987 un 1.3% mayor que en 1982.

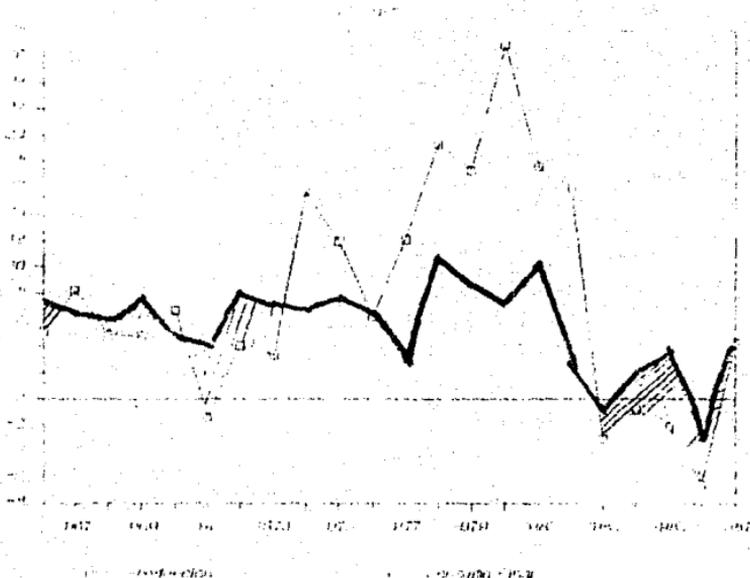
Por otra parte, la elasticidad de la demanda<sup>30</sup> pasó de 1.3 en 1983 a 2.9 en 1987, lo que significa que el consumo de energía creció con mucha mayor rapidez que la producción del país. De acuerdo con otro indicador el consumo per cápita en el periodo mencionado bajó de 16.9 millones de

<sup>29</sup> La intensidad energética se refiere al total de kilocalorías utilizadas por cada peso producido de Producto Interno Bruto de un país.

<sup>30</sup> La elasticidad de la demanda es una medida de la relación:  

$$\frac{\text{VARIACION PORCENTUAL DEL CONSUMO TOTAL DE ENERGIA}}{\text{VARIACION PORCENTUAL DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO}}$$

según indica el Balance Nacional de Energía 1987, pág.48



Gráfica 2.12

Comparación entre la variación de la producción de energía en México y su consumo final.

kilocalorías por habitante a 15.2<sup>31</sup>

Analizando el balance energético de 1987, es notorio el porcentaje de consumo de energía del propio sector energético, el cual absorbió casi el 31 por ciento del total consumido en el país, de los cuales casi el 40%<sup>32</sup> se refiere a pérdidas por transporte, transmisión, distribución y almacenamiento; la cantidad de pérdidas en el sector energético equivale a más del 20% del total de exportaciones de petróleo, las cuales ocupan el

<sup>31</sup> Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal [1988b], pág. 48.

<sup>32</sup> Balance Nacional de Energía, op. cit., pág. 18.

quinto lugar en importancia en el mundo.

Por ejemplo, en términos comparativos, Petróleos Mexicanos consume el doble de energía para producir un litro de refinados que las refinerías francesas. Por otro lado, falta promover la cogeneración<sup>33</sup> de energía como una medida útil para reducir el consumo del sector.

Para el caso del transporte, que representa el 31% del consumo final total de energía<sup>34</sup>, llama la atención la desproporción existente entre el autotransporte, que consume el 88.9% del total, frente al transporte colectivo eléctrico (0.2%), el ferroviario (3.1%), el marítimo (1.8%), y el aéreo (5.9%) respectivamente. Lo cual indica un buen potencial de ahorro si se pudiera transportar gente y mercancías por vía férrea y marítima en lugar de hacerlo por carretera.

En la industria también se presenta un cuadro de despilfarro de recursos energéticos<sup>35</sup>. En la industria del cemento (que representa el 8.4% del consumo de energía de la industria nacional), se consume 42% más de energía que el promedio mundial y casi el doble que el proceso más eficiente en esa rama industrial. En el acero, el consumo mexicano medio supera en el mismo porcentaje al promedio internacional y exactamente en el doble al productor más eficiente. Para la celulosa y el papel (4.1% del consumo de energía del sector industrial tomado en su conjunto) y para los petroquímicos básicos (17.2% del consumo del sector industrial) las relaciones indicadas son análogas: 25 y 75% respectivamente. Para racionalizar el uso de los recursos energéticos en la industria es preciso llevar a cabo los procesos de reconversión industrial iniciados en la administración del presidente Miguel de la Madrid, con objeto de incorporar maquinaria y equipo que haga un uso más eficiente de la energía.

---

<sup>33</sup> la cogeneración consiste en aprovechar el calor que normalmente se desperdicia en las plantas carboceléctricas y termoceléctricas para producir vapor capaz de mover una turbina y así generar electricidad.

<sup>34</sup> Balance Nacional de Energía, op. cit., pág. 18.

<sup>35</sup> Según datos publicados por Antonio Rojas en el periódico UNOASUNO, de fecha 23 de agosto de 1988, citado por la Rev. Información Científica y Tecnológica, del CONACYT, vol. 10, núm. 146, noviembre de 1988, pág.31.

### 3.5 TRANSICION ENERGETICA

La preocupación fundamental y más urgente de la planeación energética la constituye la problemática derivada de una transición energética a un plazo relativamente corto.

Para poder efectuar tal transición es preciso comenzar desde ahora a diversificar las fuentes primarias, lo que, en otras palabras, significa depender cada vez menos del petróleo.

"La diversificación de las fuentes primarias de energía es la ruta hacia la transición energética ordenada a mediano y largo plazos. La rama de electricidad es la que deberá realizar las principales acciones en la materia, centrando sus esfuerzos en reducir la participación relativa de las termoeléctricas convencionales."<sup>36</sup>

A tal efecto es preciso planear el paso de la época energética actual caracterizada por el predominio de los hidrocarburos como fuente de energía, hacia una nueva época energética donde -ante la escasez de los energéticos convencionales- se recurra a otras fuentes para satisfacer las demandas de la sociedad. En la gráfica 2.13 se muestra el consumo mundial de energía por tipo de energético, previsto para el periodo 1960-1990, según un estudio efectuado para las Naciones Unidas, en 1974<sup>37</sup>.

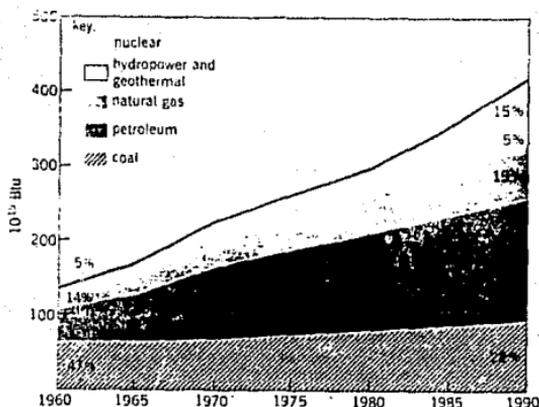
La gráfica 2.14 presenta de manera clara el problema de la dependencia de la humanidad en los combustibles fósiles, al poner nuestra época actual en el centro y proceder a mirar 5,000 años hacia atrás y hacia adelante con respecto a la utilización de este tipo de combustibles. En dicha gráfica<sup>38</sup> se muestra cómo en un lapso muy reducido la humanidad ha acabado con los

---

<sup>36</sup> Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (1983).

<sup>37</sup> Citado en la obra ENCYCLOPEDIA OF ENERGY, op. cit., pág. 83.

<sup>38</sup> ENCYCLOPEDIA OF ENERGY, MacGraw-Hill, U.S.A., 1978, pág. 22.

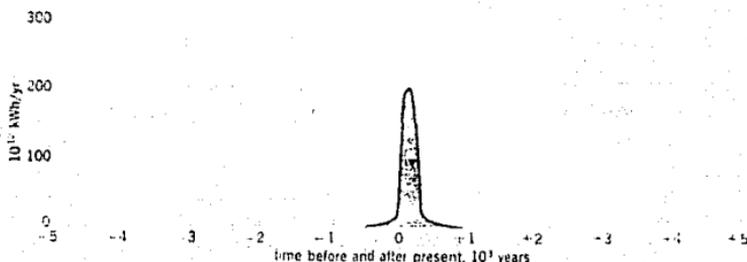


Gráfica 2.13  
Consumo mundial de energía por tipo de energético.

combustibles de origen fósil que tomó a la naturaleza millones de años producir.

La figura 2.15 presenta el ciclo completo de la producción mundial de petróleo basándose en una cantidad cerrada de reservas mundiales de  $2 \times 10^{12}$  barriles y tomando como premisa una evolución futura ordenada de la industria petrolera. De acuerdo a esta cantidad, la tasa más alta de producción, de  $40 \times 10^9$  barriles de petróleo, ocurrirá en 1995<sup>39</sup>, y el 80% del petróleo mundial será consumido entre los años de 1966 y 2022. Aunque las cifras anteriormente mencionadas son comúnmente aceptadas a nivel internacional, hay opiniones que difieren; así según el Dr. Francisco

<sup>39</sup> ENCYCLOPEDIA OF ENERGY, MacGraw-Hill, U.S.A., 1976, pág. 18.



Gráfica 2.14

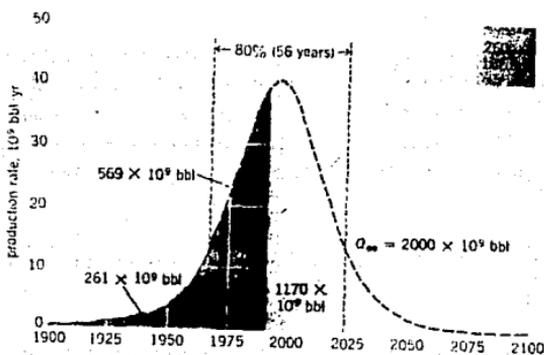
La explotación de los combustibles fósiles en una escala temporal de la historia humana, que abarca desde 5,000 años hacia el pasado y hasta 5,000 años a futuro.

Mieres, director del centro OPEP<sup>40</sup> Venezuela, las reservas probadas de petróleo se han incrementado, contrariamente a lo que se piensa, en tanto que los requerimientos año con año disminuyen, con lo cual tendremos petróleo para unos doscientos años o más<sup>41</sup>.

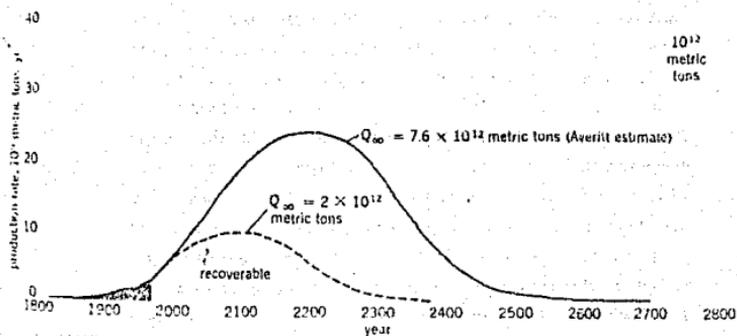
Una alternativa viable a nivel mundial para el mediano plazo es la sustitución del uso del petróleo por el uso del carbón mineral. Al respecto hay serios estudios; por ejemplo, el afamado geólogo norteamericano P. Averitt, hizo un muestreo (en 1972) de la cantidad de carbón de piedra (hulla) existente a profundidades de hasta 305 metros y en vetas de no menos de .71 metros de anchura en el caso de la antracita y la hulla bituminosa, y de no menos de 1.5 metros de ancho para la hulla sub-bituminosa y la lignita. La cantidad inicial de hulla recuperable fue de  $390 \times 10^9$  toneladas

<sup>40</sup> Organización de Países Exportadores de Petróleo.

<sup>41</sup> Rev. Información Científica y Tecnológica, vol. 10, núm. 146, pág. 27.



Gráfica 2.15  
Estimación de la evolución de la producción mundial de petróleo.



Gráfica 2.16  
Dos ciclos completos de la producción mundial de hulla basados en las estimaciones alta y baja de Averitt de las reservas de hulla recuperable.

métricas en los EEUU. Extrapolando para el resto del mundo obtuvo la cifra de  $2 \times 10^{12}$  toneladas métricas<sup>42</sup>. Lo anterior significa que a una tasa de producción de  $10^9$  toneladas por año, las reservas de hulla durarán hasta más allá del año 2250 (gráfica 2.16). Este amplio lapso permite esperar que para esas fechas ya se habrá desarrollado una nueva tecnología del uso de la energía.

Otra alternativa, a más largo plazo, lo constituye la utilización de la energía solar.

La evaluación de las diversas alternativas energéticas representa una tarea nada fácil si se quiere realmente determinar cuáles son las alternativas más viables para nuestro país.

"Las evaluaciones de alternativas energéticas deben hacerse de manera integral, analizando tantas opciones 'fuente-uso final-tecnología' como sea posible, incorporando aspectos económicos, sociales, legislativos y financieros. Puede suceder que aunque se considere que una triada específica ['fuente-uso final-tecnología'] tiene gran potencial desde los puntos de vista científico y tecnológico, condiciones no técnicas, tales como aceptación social, rentabilidad económica, limitación de mecanismos financieros, aspectos ecológicos, etc., sean poco propicias o adecuadas para su utilización. Es importante señalar que estas condiciones no técnicas provienen tanto de las normas legislativas, como de los planes globales y sectoriales de desarrollo de la sociedad de que se trate. Se señala la interacción entre los diferentes frentes de acción para destacar la importancia de que la evaluación de alternativas

---

<sup>42</sup> ENCYCLOPEDIA OF ENERGY, MacGraw-Hill, U.S.A., 1976, pág. 15.

sea un proceso continuo."<sup>43</sup>

Sin embargo, el desafío que representa lograr estos propósitos es considerable, ya que a pesar de las mejores intenciones y de los planes más cuidadosos, no será posible dejar de depender de los hidrocarburos y sustituirlos mayoritariamente por fuentes alternas no convencionales, al menos en lo que resta de este siglo.

"En el balance energético la dependencia de los hidrocarburos se reduciría del 93 por ciento actual, a un 68 o 73 por ciento en el año dos mil. El aporte de las fuentes alternas no convencionales a la oferta total de energía primaria sería de alrededor de 5 por ciento."<sup>44</sup>

Aunque nuestro país se coloca como el quinto en el mundo en cuanto a sus reservas probadas de hidrocarburos, debe señalarse que el país está por entrar en una etapa de petróleo relativamente caro en términos de costos de extracción, ya que una parte importante de las reservas probadas por explotar corresponde a la zona de Chilontepec, que requiere un gran número de pozos para su desarrollo, y que otras fuentes como las de la zona lacandona, en Chiapas<sup>45</sup>, harán necesarias perforaciones a gran profundidad.

Para poder proceder efectivamente hacia una diversificación de fuentes primarias de energía, es preciso explorar y conocer mejor el potencial energético con que cuenta el país. A este respecto, el PRONE especifica:

"Las actividades [en exploración] se orientarán hacia la búsqueda de hidrocarburos, carbón y uranio, y en menor medida, de recursos geotérmicos. Se precisarán nuevos proyectos hidroeléctricos y se considerará la opción de importar carbón para un

---

<sup>43</sup> Programa Universitario de Energía[1983], pág. 11

<sup>44</sup> Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal[1983].

<sup>45</sup> Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal[1983].

programa ampliado de carboeléctricas.<sup>48</sup>

La incertidumbre sobre el futuro de las diferentes fuentes y tecnologías hacen necesario que se apoye la investigación y el desarrollo de todas las opciones energéticas; sin embargo, el hecho de contar con recursos económicos limitados impone la necesidad de establecer criterios de evaluación de las alternativas para establecer prioridades y seleccionar qué proyectos se deben desarrollar.

---

<sup>48</sup> Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (1983).

## CAPITULO 4. PLANEACION ENERGETICA Y PLANES GUBERNAMENTALES EN MEXICO

**RESUMEN.** - En este capítulo se estudian los esfuerzos de planeación efectuados en México desde 1934 a 1976, describiendo los principales planes y programas, así como sus implicaciones en el ámbito energético.

### 4.1 PRIMEROS ANTECEDENTES DE PLANEACION EN MEXICO. CAUSAS QUE PROVOCARON SU APARICION. OBJETIVOS Y MODALIDADES.

Período de la Revolución Mexicana: En este periodo proliferaron diversos planes de carácter básicamente político, cuyos pronunciamientos y programas dieron banderas a la lucha. El objetivo principal de estos planes era acumular consensos, cristalizar demandas populares y dar concreción a las propuestas de las facciones revolucionarias<sup>1</sup>. Ejemplos de estos Planes son los de San Luis, Guadalupe, Ayala y Agua Prieta, entre otros.

Para estudiar los esfuerzos de planeación realizados en México será necesario partir de 1930, que es cuando empieza propiamente la planeación moderna, tal y como se ha descrito previamente. Al respecto de los orígenes de la planeación en nuestro país, son ilustrativas las opiniones de dos destacados administradores públicos mexicanos:

El Dr. Arturo Rosenzweig se manifiesta de la siguiente manera :

"El esquema de crecimiento económico adoptado, así como el modelo político-militar del estado gendarme que sustenta al porfiriato se desgastan en la primera década del siglo XX, condicionando un movimiento político-militar de 1910 a 1917, arrojando como principal consecuencia la constitución política de 1917, la cual constituye

---

<sup>1</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto[1985], vol. 1, pág. 17.

un avance importante sobre la ideología liberal del siglo pasado, ya que otorga al Estado una amplia capacidad para actuar en renglones económicos y sociales de la nación, ya sea como legislador, regulador, promotor o ejecutor de medidas y acciones de política económica y social."<sup>2</sup>

El Dr. Alejandro Carrillo Castro, por su parte, opina así:

"...el nuevo proyecto de nación que se originó con la revolución de 1910, abandonó el concepto tradicional de Estado-gendarme, atribuyéndole características de Estado agente de cambio o Estado intervencionista, o como lo denominan algunos tratadistas: Estado de servicio o bienestar; dándole para ello toda la capacidad política necesaria para cumplir con sus nuevos propósitos."<sup>3</sup>

Sin embargo, aunque la verdadera planeación en México se ubique a partir de 1930, hubo algo en la Constitución de 1917 que afectó de manera sumamente importante los efectos de planeación en materia energética en nuestro país. El artículo 27, el logro máximo de la Revolución, en lo esencial, fue un retorno al espíritu de las leyes de la Colonia, pues si las tierras, las aguas y las riquezas del subsuelo antes pertenecían a la Corona Española, con este artículo se declara que pertenecen a la nación en primera instancia y si en las leyes de la Colonia el Rey imponía a la propiedad las modalidades que juzgaba convenientes a su interés, en la nueva Constitución, la Nación impondría modalidades de acuerdo a las exigencias del interés público.

Las modificaciones del Código de Minería de 1884, que otorgaban la posesión del subsuelo a los dueños de los terrenos respectivos, habían

---

<sup>2</sup> ROSENZWEIG, ARTURO, EL DESARROLLO ECONOMICO EN MEXICO, DE 1877 A 1911. EL TRIMESTRE ECONOMICO, No.32; Julio-Septiembre de 1965.

<sup>3</sup> CARRILLO CASTRO(1973), pág. 76.

interrumpido una tradición jurídica, y se anularon al establecerse el dominio inalienable e imprescriptible de la Nación sobre los recursos del subsuelo. El artículo, además, consagraba el principio de expropiación por causa de utilidad pública<sup>4</sup>. A este respecto, la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional, en el ramo del petróleo dice:

"Artículo 1ro. Corresponde a la Nación el dominio directo de toda mezcla natural de carburos de hidrógeno que se encuentren en su yacimiento, cualquiera que sea su estado físico. En esta ley se comprende con la palabra 'Petróleo', a todas las mezclas naturales de hidrocarburos que lo componen, lo acompañan o se derivan de él."<sup>5</sup>

El Presidente Carranza tenía dos caminos a fin de poner en práctica el artículo 27: los impuestos ya decretados a partir de 1915 y la reglamentación del párrafo cuarto del artículo 27. La primera opción implicaba negociar el principio jurídico para evitar un enfrentamiento, en tanto que la segunda sostenía el principio aún a pesar de las consecuencias que éste pudiera traer en posibles represalias, que en esa época podían ir desde presiones económicas hasta una invasión armada contra el país. En 1917 ordenó un nuevo impuesto que las compañías pagaron "baja protesta", lo que terminó con las exenciones que había otorgado el entonces presidente Porfirio Díaz, y el 19 de febrero de 1918 publicó un decreto donde se cambiaban "los títulos de propiedad porfirista por meras concesiones" que los petroleros debían solicitar cada vez que emprendieran "cualquier trabajo", sin importar que sus títulos de propiedad o de arrendamiento fueran anteriores al primero de mayo de 1917, fecha en que había entrado en vigor la nueva Constitución. Si tal medida no era obedecida, el dueño del terreno perdería sus derechos y terceras personas podrían denunciar los mismos.

Por supuesto las empresas no estaban dispuestas a regirse por un régimen de concesiones, lo cual significaba la aceptación de que la propiedad del

---

<sup>4</sup> Benítez (1977), Vol. II El Caudillismo.

<sup>5</sup> Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo de Petróleo [1925].

petróleo había pasado a la Nación. Carranza debió ceder. Primero alargó el plazo de los denuncios y más tarde declaró que los terrenos en que se hubieran hecho inversiones antes de 1917, no "podían ser objeto de denuncia." Pero ni aún esas muestras de prudencia satisficieron a las compañías iniciándose una guerra fría entre el gobierno y las empresas que durante 21 años habría de girar sobre tres puntos esenciales: la propiedad absoluta o restringida, la retroactividad del artículo 27 y el así llamado "acto positivo"<sup>6</sup>, es decir, las inversiones o las obras realizadas en un terreno a fin de extraer petróleo con anterioridad a 1917.

En tales circunstancias el problema que se le presentaba a Carranza era el de aplicar cabalmente el artículo 27 y sufrir una invasión armada, o hacer concesiones sin tocar a fondo la esencia misma del conflictivo artículo<sup>7</sup>.

Las compañías petroleras extranjeras se apoyaban en el Departamento de Estado de los Estados Unidos, violando una disposición expresa de acatar las leyes mexicanas y de no solicitar el auxilio de su gobierno.

En 1919, cuando las compañías decidieron proseguir las perforaciones sin solicitar el permiso correspondiente, el presidente Carranza respondió ocupando militarmente los campos e incluso cerrando las válvulas de los nuevos pozos, lo que ocasionó en la práctica un estado de guerra que puso en alerta el Puerto de Tampico.<sup>8</sup>

### LOS TRATADOS DE BUCARELI.

Los Tratados de Bucareli fueron el resultado de un ciclo de negociaciones propuestas por iniciativa del Presidente Harding de los Estados Unidos. El general Alvaro Obregón, entonces presidente de México, aceptó con la

---

<sup>6</sup> Un derecho por un acto positivo es aquel por el cual las inversiones en maquinaria, equipo y bienes inmuebles acreditaban al propietario para que no le pueda ser expropiada su propiedad.

<sup>7</sup> MEYER, LORENZO, "MEXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS EN EL CONFLICTO PETROLERO (1917-1942).", COLEGIO DE MEXICO, MEXICO, pp. 97-98.

<sup>8</sup> Benítez[1977], pág. 98.

condición "de que en ningún caso llegarían a discutir la legislación mexicana vigente, ni tocar el punto de procedencia o improcedencia de cualquier convenio previo a la reanudación de las relaciones diplomáticas."

El 14 de mayo de 1923 se iniciaron las conferencias de Bucarell, llamadas así por la calle en que se celebraron. Los sucesos y debates a que dieron lugar posteriormente las conferencias -que se prolongaron por 5 meses- demuestran hasta que punto la opinión pública se interesó en el problema.

Según el historiador Lorenzo Meyer, los EE. UU. "accedieron a que los títulos de propiedad absoluta fueran convertidos en simples 'concesiones confirmatorias' reconociendo así un cambio en el estatus de esta actividad. México en cambio tuvo que aceptar una interpretación tan amplia del 'acto positivo' que prácticamente todas las obras importantes para las compañías quedarían amparadas por él".<sup>9</sup>

Dicho de otro modo se establecía nuevamente, sin tocar la esencia misma del artículo 27, una posibilidad de que las empresas siguieran explotando el petróleo, como lo habían venido haciendo, con la sustitución jurídica de sus derechos de propiedad por los de concesión. La Ley Suprema permanecía inalterable y la explotación permanecía igualmente inalterable. Desafortunadamente para el estudio de dichas negociaciones no se llegó a ningún acuerdo escrito y no es difícil conocer qué fue lo que evitó llegar a una solución del conflicto en ese momento.

Desde junio de 1925 el Congreso comenzó a estudiar un proyecto de Ley Reglamentaria del artículo 27 constitucional, y el 31 de diciembre se aprobó por la Cámara. En esta Ley se limitaron a 50 años contados desde el inicio de la explotación las llamadas concesiones confirmatorias; se restringió el acto positivo, es decir, sólo se confirmarían los derechos de quienes hubieran iniciado trabajos antes de mayo de 1917; se volvió a imponer la cláusula Calvo -el no invocar la protección de los gobiernos extranjeros, so pena de perder sus bienes- y no se darían nuevas concesiones en una faja costera de 100 kilómetros (dentro de la cual se hallan los más ricos depósitos).

---

<sup>9</sup> Meyer [1972].

La reacción a la Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional fue muy violenta en los Estados Unidos y se intentó romper las relaciones diplomáticas entre los dos países así como levantar el embargo de armas a los generales mexicanos descontentos con el régimen. Si tales propuestas no se materializaron fue porque el Senado norteamericano desaprobó tales iniciativas y buscó una conciliación de intereses mediante gestiones diplomáticas con el Gral. Calles.

La prensa norteamericana, en especial el periódico THE WALL STREET JOURNAL, acusó al presidente Calles de ser "un ladrón, un asesino, y un bolchevique", que deseaba "implantar un régimen comunista" y que pensaba "ceder la Baja California a los japoneses", se le acusó también de "enemigo de Dios y de los Estados Unidos."<sup>10</sup>

México tuvo de su lado en los Estados Unidos a los escritores liberales, a los obreros y a los políticos que veían con simpatía las corrientes nacionalistas de América Latina, y su lucha por obtener mayores ventajas de sus riquezas naturales.

Para esos momentos, ya había surgido Venezuela como importante productor de petróleo; en México, la producción falta de perforaciones bajó sensiblemente lo que daba la impresión de un agotamiento de los mantos acuíferos y las compañías seguían luchando por una confirmación irrestricta de sus antiguos derechos, temerosas de sentar un precedente que afectara las cuantiosas inversiones de los Estados Unidos en América Latina.

El 27 de noviembre de 1926 las compañías decidieron no solicitar ninguna concesión y seguir trabajando, lo que era tanto como declararse en estado de guerra. Pretendían saber hasta qué extremo podía llegar el gobierno mexicano ante su reto y el gobierno de los Estados Unidos en caso de un conflicto. El Gral. Calles temiendo una invasión al país se concretó a ordenar la consignación de las empresas rebeldes ante el Procurador General

---

<sup>10</sup> Benítez, Fernando., LAZARO CARDENAS Y LA REVOLUCION MEXICANA, vol. 3, El Cardenismo, p. 160.

de la República.

Las empresas petroleras decidieron continuar la producción y no detener los nuevos trabajos pese a no contar en varios casos con permisos de perforaciones. El Gobierno decretó multas y cerró las válvulas de los pozos, a lo que respondieron las empresas destruyendo los sellos y continuando con el trabajo.

La intervención del ejército proporcionó a las compañías el "caso concreto" de violación a sus derechos que necesitaban. El periódico THE NEW YORK TIMES habló de un rompimiento, el Gral. Calles decidió recurrir al arbitraje de la Corte Internacional de La Haya, y el presidente Coolidge negó "toda posibilidad de arbitrar los derechos de propiedad de sus concludadanos."

Para marzo y abril de 1927 todo indicaba que habría un conflicto armado entre México y los Estados Unidos. Aparentemente los planes para una invasión armada a México fueron obtenidos por el presidente Calles, el cual advirtió por medio de un telegrama al presidente Coolidge que dichos documentos conocerían la luz pública en caso de invasión armada a México. Los documentos en cuestión nunca han sido localizados, pero la versión del Gral. Emilio Portes Gil la confirma el historiador Lorenzo Meyer, al transcribir una declaración del senador por Dakota del Norte, Lynn J. Frazier, quién afirmó el 3 de mayo de 1927 en San Francisco que los documentos que tenía el Gral. Calles en su poder eran auténticos y constitufan una prueba irrefutable de la hostilidad del Secretario de Estado de los Estados Unidos, Frank B. Kellog, hacia México.

El presidente Calles ordenó a los generales Lázaro Cárdenas y Portes Gil incendiar las instalaciones petroleras tan pronto desembarcaran los primeros "marines".

En lugar de invadir México, el presidente Coolidge sustituyó a su belicoso embajador en el país por un banquero, amigo personal suyo, el abogado Dwight Morrow. El gobierno de Washington pensaba que una política de negociaciones daría mejores resultados que la línea dura seguida hasta entonces. Por lo demás la situación de México también había cambiado. El periodo del

presidente Calles se acercaba a su fin y se debía pensar en los problemas que suscitaron las elecciones presidenciales, complicadas con la guerra de "las cristeras" que se venía librando desde 1927<sup>11</sup>.

La tensión entre los dos países se relajó gracias a las negociaciones del embajador Morrow y el presidente Calles. Finalmente se llegó a un acuerdo, hecho público el 17 de noviembre de 1927, por el cual la Suprema Corte de Justicia declaró que había jurisprudencia basada en el caso de la empresa TEXAS COMPANY en la cual se sentenció -en 1921- que parte del artículo 127 Constitucional no era retroactivo si se hubiera realizado un "acto positivo". Este acuerdo dio la razón a las compañías petroleras mostrando un retroceso en la posición del presidente Calles.

#### 4.2 LEY DE PLANEACION GENERAL DE LA REPUBLICA.

En otro orden de cosas, referente a los aspectos globales, el 15 de julio de 1928 se decretó la creación del Consejo Nacional Económico, el cual sería el encargado de vigilar el desarrollo del país de manera armónica y congruente con los fines del Estado.

El 20 de enero de 1930 se realizó el Primer Congreso Nacional de Planeación, cuyo objetivo fue contribuir a identificar la problemática económica y social y proponer planteamientos que contribuyeran a encauzar la acción pública de acuerdo a los postulados revolucionarios. En este Congreso se presentaron 56 destacados trabajos sobre el desarrollo del país.

A sólo dos años de la creación del Consejo Nacional Económico y con el antecedente del I Congreso Nacional de Planeación el presidente Ing. Pascual Ortiz Rubio, decretó la Ley sobre Planeación General de la

---

<sup>11</sup> Benítez, Fernando., LAZARO CARDENAS Y LA REVOLUCION MEXICANA, vol. 3, El Cardenismo, pp. 160-164.

República, el 12 de Julio de 1930<sup>12</sup>.

La Ley de Planeación General de la República representó uno de los primeros intentos de planeación realizados en el mundo, ya que se decretó tan sólo dos años después del primer plan quinquenal de la URSS, único país que intentaba conducir en ese entonces su economía en forma planificada.

Los objetivos de esta Ley se declaran en su artículo I:

"La planeación de los EUM tiene por objeto coordinar y encauzar las actividades de las distintas dependencias del Gobierno para conseguir el desarrollo material y constructivo del país, a fin de realizarlo en forma ordenada y armónica, de acuerdo con su topografía, su clima, su población, su historia y tradición, su vida funcional, social y económica, la defensa nacional, la salubridad pública y las necesidades presentes y futuras."

El 31 de julio de 1933 se creó el Consejo Nacional de Economía, el cual estaría integrado por representantes del Gobierno, la iniciativa privada y los sectores obrero y campesino. Sin embargo, este Consejo nunca llegó a reunirse.

La economía mexicana por ese entonces sufría los efectos de la gran depresión de 1929. Por su parte en materia política México atravesaba por una etapa de transición en la cual el Estado adquirió la capacidad de integrar políticamente las diversas facciones militantes mediante la creación del Partido Nacional Revolucionario (PNR); y se crearon las condiciones iniciales que darían lugar a una estructura administrativa encargada de la realización de las acciones del gobierno, lo cual a su vez originaría la necesidad de llevar a cabo un control, una cuantificación de los logros y, finalmente, una planeación propiamente dicha.

---

<sup>12</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto (1985), vol. 1, pág. 22.

Para analizar las causas que dieron origen a este esfuerzo planificador, nuevo para nuestro país, debemos tomar en cuenta que el país estaba emergiendo de la inestabilidad provocada por la Revolución.

Fue necesario que un líder fuerte, como lo fue sin duda el general Plutarco Elías Calles, conciliara a las diversas facciones con un proyecto político lo suficientemente amplio como para dar cabida a las diversas aspiraciones en pugna.

Con la creación del Partido Nacional Revolucionario se sentaron las bases para lograr una colaboración política por el bien común de la Nación, y, lo que es muy importante, se lograron coordinar las diversas voluntades políticas en un esfuerzo definido e integrado.

Fue también en esa época cuando se vio que la intervención del Estado en la vida económica era un factor necesario para poder realizar la conducción del país con el uso de instrumentos de planeación global, que en esa época se hicieron imprescindibles incluso para países de más amplia tradición de no participación del Estado en la economía.

Para poder cumplir con ese imperativo de planeación, el Estado Mexicano procedió a la creación de diversos organismos reguladores y promotores tales como el Banco de México (BM), la Comisión Monetaria, el Departamento de Salubridad Pública, la Comisión Nacional de Caminos, el Banco Nacional de Crédito Agrícola, entre otros. También se expidieron diversas leyes que tenderían a controlar el petróleo, la industria eléctrica y las relaciones laborales.

La Ley de Planeación General de la República tenía por objetivo coordinar y encauzar las actividades de las diversas dependencias gubernamentales hacia el desarrollo general del país, considerando aspectos tales como la topografía particular de México, sus climas, la población, el estado de la economía y la defensa nacional, así como aspectos de bienestar de la población.

Un instrumento que se consideró necesario para lograr dichos fines fue el "Plano Nacional de México" el cual consistiría en un documento gráfico que integraría los estudios, programas y proyectos de las obras materiales requeridas con el fin de lograr una imagen global de las acciones, a efecto de armonizarlas y evitar la formación de "cuellos de botella", producto de la falta de coordinación de actividades interdependientes.

Entre los principales análisis que comprendería el Plano Nacional se encontraban:

- Zonificación del territorio nacional.
- Señalamiento de las vías de comunicación y transporte.
- Señalamiento de la localización de puertos aéreos y marítimos del país, así como de los principales edificios federales.
- Elaboración de un Programa General de Aprovechamiento de las Aguas Federales, Obras de Drenaje y Reforestación.
- Descripción del sistema hidrográfico del Valle de México.

Para la realización del "Plano Nacional" se constituyó la "Comisión de Programa" con representación técnica de diversas dependencias; y, como órgano consultivo de dicha Comisión se creó la "Comisión Nacional de Planeación."

La Comisión Nacional de Planeación estaba formada por representantes técnicos de las Secretarías y Departamentos de Estado, instituciones educativas, organismos profesionales y organizaciones privadas. Esta Comisión estaba adscrita a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, bajo la presidencia honoraria del Presidente de la República.

Lo que se pretendía lograr con esta nueva Comisión era asegurar la cooperación de la iniciativa privada en la formulación del "Plano Nacional de México", así como obtener el apoyo de la opinión pública para difundir las acciones de mejoramiento social definidas en la Ley de Planeación de 1930 aportando datos y experiencias a la "Comisión del Programa."

En realidad no hay mucha información acerca de los resultados prácticos logrados por esta primera Ley de Planeación. Lo más probable es que no se haya logrado mucho debido a que no se le dio una duración definida, ya que se pensó únicamente en el corto plazo y, por ser un esfuerzo organizativo novedoso para la época, gran parte de su actividad se encauzó a difundir las modalidades del Plan y la forma en que se esperaba hacerlo operar.

Sin embargo, la primordial importancia de esta Comisión reside en el hecho de que fue una primera experiencia en el sentido de orientar, regular y fomentar las actividades económicas del país y, de esta manera, coordinar los esfuerzos gubernamentales por impulsar el desarrollo económico y social de México.

#### 4.3 PERIODO 1934-1940.

De 1917 a 1932, al no generarse planes que establecieran los objetivos y prioridades para los distintos gobiernos, la Constitución era el marco de referencia directa para la acción del gobierno. Desde la época del presidente Plutarco Elías Calles, al consolidarse políticamente una alianza entre los grupos triunfantes de la Revolución, los esfuerzos se concentraron en generar las instituciones que afianzarían la posibilidad de ejercer la rectoría del Estado. Al mismo tiempo, las fuerzas políticas y sociales, tales como los sindicatos, los campesinos y los empresarios se organizaban de manera más funcional. Todo ello representaba un conjunto de requisitos necesarios para que se diera la planeación. Ya desde 1933, la planeación adquirió mayor relevancia a iniciativa del Partido de la Revolución Mexicana y de la acción del Sector Público.

A partir de los primeros esfuerzos exploratorios ("Ley de Planeación General de la República" y "Plano Nacional de México"), se empezó a tomar conciencia de la importancia de tener programadas y controladas las actividades del sector público, y de tal forma, en 1933 se elaboró el primer plan sexenal, que abarcaría de 1934 a 1940, es decir, el sexenio del general

Lázaro Cárdenas.

Es importante destacar cómo fue que nació este primer Plan Sexenal ya que ello tuvo serias consecuencias para el futuro: la idea se debió al General Calles, quien quería tener un medio de controlar el desempeño de su sucesor mediante números, estimaciones, estadísticas y presupuestos.

En dicho plan se hace un análisis de la situación que guarda el país, utilizando para tal efecto una división en tres ámbitos fundamentales: el político, el económico y el social.

Es de reconocer que predominan las finalidades políticas, como parte integrante de lo que luego sería llamado el "maximalo", y no un fin técnico, como lo sería racionalizar el uso de los recursos disponibles para así poder satisfacer el mayor número de necesidades sociales. Lo anterior es evidente si revisamos los primeros años de gobierno del general Cárdenas, de 1934 a 1936, en los cuales frecuentemente se tuvo que dejar de lado el Plan, a costa de desacuerdos y fricciones con el general Calles, a tal grado que Cárdenas optó por desterrar del país al ex-presidente.

En 1935 se promulga la "Ley que establece la creación de Secretarías y Departamentos de Estado."<sup>13</sup> Esta Ley marcaba y delimitaba las funciones, atribuciones y competencias de cada una de las Secretarías y Departamentos de Estado, consignándose a su vez, la obligación de que los titulares de dichos organismos presentasen sus programas anuales<sup>14</sup>.

En cuanto al sector energético, específicamente respecto a los hidrocarburos, el plan menciona la necesidad de hacer efectiva la nacionalización del subsuelo, ampliar las reservas petroleras y crear un organismo oficial que regule la producción petrolera. Estas medidas tuvieron un impacto considerable en el aspecto de planeación energética nacional ya que pusieron en manos del sector público la explotación y distribución de los recursos del petróleo. En el capítulo Economía Nacional se declara:

---

<sup>13</sup> Ley que establece la Creación de Secretarías y Departamentos de Estado [1935].

<sup>14</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto [1985], vol. 1, pp. 1545-1551.

"El Partido Nacional Revolucionario declara que durante los seis años que cubre el presente plan, el gobierno regulará aquellas actividades de explotación de los recursos naturales y el comercio de los productos que signifiquen un empobrecimiento de nuestro territorio de la siguiente manera:

- I) Se hará efectiva la nacionalización del subsuelo.
- II) Se fijarán zonas exploradas de reserva minera, renovables, que garanticen el abastecimiento futuro de la Nación.
- III) Se instituirá un servicio oficial de exploración que oriente el establecimiento de las reservas, dirija la apertura de nuevas exploraciones mineras y estudie las zonas en donde los particulares no deban emprender esta clase de trabajos, por razones técnicas de previsión o de defensa, y
- IV) Se evitará el acaparamiento de terrenos y se ampliarán las zonas nacionales de reserva petrolera, a fin de que en todo tiempo se cuente con una reserva fija de terrenos petrolíferos que cubra las necesidades futuras del país. Es además necesario que aquellas actividades mercantiles o productoras que ejercen, como se ha dicho, una acción exhaustiva sobre nuestros recursos naturales, sean reguladas por la acción del Estado; de manera que en el proceso de su desarrollo obtenga nuestro país la mayor participación posible de las riquezas que se explotan, pues en muchos casos la forma en que este empobrecimiento industrial de nuestro suelo se ha llevado secularmente y se lleva a cabo, es de tal naturaleza, que los mexicanos sólo

intervienen en ella como trabajadores de bajo salario, y el país no deriva sino el beneficio de una tributación mezquina.

Para este objeto:

- 1) Se impedirá que las empresas extranjeras continúen acaparando yacimientos minerales.
- 5) Se intervendrá para lograr el equilibrio de las fuerzas económicas de la industria petrolera, estimulando el desarrollo de las empresas nacionales y creando un organismo semioficial de apoyo y regulación.
- 6) Se pondrán los medios para que nuestra producción petrolera alcance el volumen que racionalmente le corresponde, tomando en cuenta las reservas probables existentes.
- 7) Se modificará el actual régimen de concesiones, reduciendo para lo futuro la superficie que ampare cada concesión. Se negará el otorgamiento de las que sean opuestas al interés nacional.
- 8) Se impedirá, cuando sea ventajoso para el país, la exportación de todos aquellos productos que, después de ser sometidos a los primeros procesos de su elaboración en el extranjero, son reimportados.

La organización de nuestro país dentro de un sistema económico propio, requiere, además, que se atienda a aquellas actividades industriales y mercantiles que aumenten la capacidad nacional de producción, o la calidad de ésta, actividades comprendidas en dos grandes grupos: la importación de medios permanentes de producción y la generación de energía.

Por lo que hace a la generación de energía, cuyas ramas principales en el país son en la actualidad

reservas federales 109 lotes con superficie de 22,233 hectáreas; se declararon zonas de reserva para la explotación de hierro y carbón los estados de Puebla y Oaxaca íntegramente y parte de los de México, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Veracruz, Hidalgo y Querétaro.

En el año de 1935 el régimen del Gral. Lázaro Cárdenas consigue que los trabajadores del petróleo distribuidos en 19 sindicatos independientes se unifiquen, constituyéndose así el 16 de agosto de ese mismo año el primer Comité Ejecutivo General del Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana.

En el año de 1936 el Sindicato presenta un proyecto de Contrato Colectivo de Trabajo para los obreros del petróleo, emplazando a las compañías a huelga, de no llegarse a una solución razonable. Al agotarse las posibilidades de lograr una transacción por la intransigencia de las compañías extranjeras, el 18 de marzo de 1938 el Gral. Lázaro Cárdenas, presidente constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, decreta la expropiación de sus bienes en favor de la nación, iniciándose desde ese momento una ardua lucha por la supervivencia de la industria petrolera en nuestro país<sup>16</sup>.

Por otra parte, a partir de 1932 se paralizaron en México las actividades creadoras de nuevas fuentes de energía eléctrica, al mismo tiempo que crecía la población en forma notable y se observaba un ritmo de crecimiento regular de la industria, todo lo cual contribuía a una disponibilidad de energía eléctrica cada vez menor<sup>17</sup>. De tal forma, el 29 de diciembre de 1933, el Congreso de la Unión autorizó, mediante decreto publicado en el Diario Oficial, del 20 de enero de 1934, al Ejecutivo Federal para que constituyera la Comisión Federal de Electricidad, organismo que tendría por objeto organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basado en principios técnicos y económicos, sin propósitos de lucro, con la finalidad de obtener a un costo

---

<sup>16</sup> Tomado de COATZACOALCOS, CIUDAD PARA VIVIR SIEMPRE, Consejo Técnico Consultivo de la Ciudad de México, 1985, pp. 87-89, citado por la Rev. Información Científica y Tecnológica, noviembre de 1988, pág. 57.

<sup>17</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto (1985), Vol. 2 Inversión Pública y Planeación por Cuencas Hidrológicas, pág. 285.

mínimo el mayor rendimiento posible en beneficio de los intereses generales.

Se creó la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) por decreto presidencial del Gral. Lázaro Cárdenas expedido en la ciudad de Mérida, Yucatán el 14 de Agosto de 1937, publicada Diario Oficial del 24-VIII-37 con el objeto de estimular a la industria privada y suplir sus faltas en aquellos lugares donde no llegaba su actividad. Su objeto, de acuerdo con lo decretado por el Congreso de la Unión, era organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, sin fines de lucro y con el propósito de servir los intereses generales del país. Se creó un impuesto del 10% sobre el consumo de energía eléctrica para financiar a la Comisión Federal de Electricidad<sup>18</sup>.

En cuanto al ámbito económico, se consideraba necesario tomar medidas tendientes a impulsar y proteger la industria nacional de transformación; impedir la concentración de capital que perjudique a la colectividad, así como regular a las empresas paraestatales, los sistemas comerciales y los sistemas de precios. Se creó así el organismo público Nacional Financiera (30 de abril de 1936), con el objeto de apoyar la acción gubernamental en este ámbito<sup>19</sup>.

Como objetivo de las finanzas públicas se señalaba la conveniencia de mejorar la distribución de la riqueza mediante el empleo de una adecuada política hacendaria que también permitiera financiar los programas de desarrollo económico y social que emprendiera el Gobierno.

Analizando este primer Plan Sexenal es posible darnos cuenta de que su tónica era en realidad indicativa, ya que carecía de la especificación de los medios e instrumentos necesarios para llevar a buen término las acciones propuestas. Tampoco contemplaba de manera clara cómo se financiarían los proyectos a que hace alusión. En este punto será interesante citar a Wionczek, quien al respecto dice:

---

<sup>18</sup> Ley publicada en el Diario Oficial el 31 de diciembre de 1938.

<sup>19</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto (1965), Vol. 2 Inversión Pública y Planeación por Cuencas Hidrológicas, pág. 808.

"El plan sexenal era un Plan Económico sólo de nombre. Constituía en realidad un bosquejo general de la política económica a seguir a partir de 1934, orientada en primer lugar a que el país saliera de serias dificultades de origen externo, y, en segundo lugar, a alentar el desarrollo económico conforme a los lineamientos señalados por Calles.

Además, el Plan no contenía ningún instrumento práctico para su ejecución y no se contaba con ningún organismo económico o estadístico que realizara los estudios necesarios para traducir las instrucciones generales del plan a términos cuantitativos."<sup>20</sup>

Algunos resultados concretos de este Primer Plan Sexenal son los siguientes:

- En 1934 se creó la Comisión Intersecretarial para el mejoramiento de la organización de la administración pública, la cual influyó considerablemente para que en 1935 fuera publicada la Ley de Secretarías y Departamentos de Estado<sup>21</sup>, que establecía y delimitaba las funciones, atribuciones y competencias de cada una de las Secretarías y Departamentos de Estado, consignándose, a su vez, la obligación de que los titulares de dichos organismos presentasen sus programas anuales.
- De 1935 a 1939 funcionaron comisiones de eficiencia destinados a racionalizar recursos humanos y administrativos.
- Se fundó Nacional Financiera por decreto publicado en el Diario Oficial el 30 de abril de 1936.

---

<sup>20</sup> Wloneczech[1965], pp.26-27.

<sup>21</sup> Publicada en el Diario Oficial de fecha 8 de diciembre de 1935, pp. 1540-1551.

- En 1936 se creó la empresa paraestatal Almacenes Nacionales de Depósito.
- Se avanzó en la consolidación de la base energética con la expropiación petrolera (1938) y la creación de la Comisión Federal de Electricidad (1936).
- En 1939 se emprendieron los trabajos por parte de la Comisión Federal de Electricidad para la construcción de la planta hidroeléctrica de Xíla, Oaxaca, con una capacidad de 200 Kw.
- En 1937 se creó la Compañía Exportadora e Importadora Mexicana, hoy Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO).
- En 1937 se creó la empresa Ferrocarriles Nacionales. Se continuó con la construcción de ferrocarriles y carreteras durante todo el sexenio.
- También en 1937 se creó el Banco Mexicano de Comercio Exterior.
- Se logró abatir la tasa de natalidad en 3% entre los años de 1930 a 1940.
- El porcentaje de analfabetismo bajó de 66.6% en 1932 a 58% en 1940.

#### 4.4 PERIODO 1940-1946.

El Segundo Plan Sexenal, para el período 1940-1946, sexenio del general Manuel Avila Camacho, fue elaborado hacia el fin del período de gobierno del presidente Cárdenas. La oficina técnica responsable del Primer Plan Sexenal fue la encargada de la coordinación de las acciones necesarias para la elaboración del segundo.

En el Capítulo ECONOMIA INDUSTRIAL Y COMERCIO, algunos puntos interesantes son los siguientes:

- 26) Se nacionalizará total y definitivamente la industria del petróleo...
- 27) Se sostendrá invariablemente la actitud de no considerar proposiciones ni aceptar arreglos de ninguna clase que tengan como consecuencia directa o indirectamente, la devolución de sus bienes a las empresas expropiadas o la intervención de éstas en el manejo de la industria petrolera en el territorio nacional.
- 30)
  - d) Se fomentará la exportación de productos refinados y se reducirá al mínimo la de crudos, buscando colocar éstos últimos de preferencia en países latinoamericanos;
  - e) ... se atenderá a crear una flota petrolera nacional.
- 33) Se coordinará la industria petrolera con las demás del país, especialmente con la industria química, eléctrica y las industrias de guerra, con el fin de establecer condiciones de impulso o apoyos recíprocos. Se estimulará, en consecuencia, el mejor aprovechamiento industrial de co-productos que, como los gases secos de desprendimiento, no se utilizan debidamente, y a la vez se procurará que los recursos de otras industrias nacionales se usen para integrar la producción petrolera cuando ello resulte económicamente aconsejable.<sup>22</sup>

En cuanto a la electricidad el Segundo Plan Sexenal apuntaba:

Se busca impulsar la electrificación del país, especialmente en centros poblacionales y distritos

---

<sup>22</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto [1985], vol. 1, pp. 201-202.

de riego.

- 30) Se procurará interconectar sistemas eléctricos, cuando ello favorezca un mejor aprovechamiento y redunde, además, en la posibilidad de hacer los suministros en condiciones más ventajosas para el consumidor.<sup>23</sup>

En cuanto al aspecto político, el citado plan hace mención de la necesidad de fortalecer la posición del Estado como rector de la economía, administrador de justicia y representante de las aspiraciones de la Nación.

Este Plan también proponía la creación del "Supremo Consejo de la Nación" el cual debería ser el responsable de la planeación y la coordinación gubernamental a nivel federal, estatal y municipal; dicho Consejo estaría formado por representantes de las diversas fuerzas económicas, sociales, políticas y militares de la República. Una de las principales funciones de este nuevo órgano de planeación sería la de elaborar un programa anual para lograr la instrumentación de los Planes Sexenales.

En el aspecto económico, se hace al Estado responsable de consolidar los avances logrados en materia agraria y de agilizar el reparto agrario. Se señala la necesidad de fomentar la producción en los ejidos, así como de fomentar la ganadería en general.

Por otra parte, se compromete al Estado para que realice un inventario de la industria y el comercio que se realiza en el país y a elaborar un Plan de Industrialización.

Para la elaboración del mencionado Plan de Industrialización debería buscarse la reducción de la explotación de los recursos naturales no renovables, siempre que fuese posible y buscar, por el contrario, un incremento en la explotación de los recursos naturales renovables.

---

<sup>23</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto (1985), vol. 1, pp. 234-235.

En lo que se refiere a las recién formadas empresas paraestatales se recomendaba otorgarles concesiones preferenciales para lograr hacer efectiva la política gubernamental de sustitución de importaciones, al igual que para ayudar a estabilizar los precios internos y de esa manera buscar proteger el ingreso real de la población trabajadora de escasos recursos.

Se consideraba necesario también impulsar la industria siderúrgica, minera, petrolera y de transformación con objeto de diversificar las exportaciones, reducir la importación de maquinaria y sustituir importaciones.

El presupuesto público se debería utilizar para alentar primordialmente las inversiones productivas, el crédito agrícola, el crédito industrial, la urbanización, el saneamiento y la educación de la población.

Un análisis detallado del Plan nos muestra que se siguió la misma forma de estructuración del Primer Plan Sexenal; es decir, que se señalaban principios y propósitos por campos de actividad económica y social, pero fallaba en definir objetivos concretos y metas específicas.

Sin embargo, justo es señalar que presenta una enorme mejoría respecto del Plan anterior al contemplar la creación de un organismo dedicado específicamente a la revisión del avance del plan, a elaborar los siguientes planes y a coordinar a las diferentes dependencias gubernamentales en la instrumentación de las políticas y objetivos, aspecto que no había sido considerado en el plan antecesor.

Nos encontramos con dos grandes limitantes para la consecución de las metas trazadas, la limitada capacidad de financiamiento del régimen, así como el marco jurídico prevaleciente en esos momentos en el país.

Tomando de nuevo la opinión de Wloneczek, él considera que en un grado aún más notable que el primero, el segundo Plan Sexenal tampoco pasó de ser un plan propositivo. Esta situación se explica, en primer lugar, porque fueron elaborados sin seguir métodos formales de planeación, y, en segundo lugar, porque fueron elaborados por administraciones salientes, en un país cuyo

sistema político permite la transmisión pacífica del poder pero no asegura la continuidad de las acciones, salvo en las líneas más genéricas derivadas de las disposiciones constitucionales. Así, según Wionczek, los planes serían obligatorios para el presidente entrante si los intereses y objetivos del nuevo régimen coincidieran por completo con los de su antecesor, y si las condiciones internas y externas permanecieran básicamente sin cambio.

En realidad, ninguna de esas circunstancias se presentó con estos dos planes sexenales, ya que el presidente Cárdenas rompió definitivamente con la influencia de Calles y buscó impulsar la producción agrícola en lo interno y la independencia económica y política respecto del exterior.

Por su parte el presidente Avila Camacho (1940-1946) marcó un retorno a las políticas económicas anteriores al cardenismo, dando énfasis a la industrialización del país; lo cual, hay que hacer notar, sólo fue posible gracias a la reforma agraria y a la nacionalización del petróleo.

El proyecto de industrialización tuvo impulso durante la Segunda Guerra Mundial en virtud de que los principales países industriales estaban dedicados a la producción bélica y, por lo tanto, dejaron de abastecer a México de una gran variedad de productos que tradicionalmente se habían importado. Esto permitió que la incipiente industria nacional se desarrollase, con buenas perspectivas de poder ubicar su producción en mercados que tenían gran demanda para esos productos. De hecho, al aproximarse el fin de la guerra se empezó a considerar que había que hacer algo para proteger a la incipiente industria nacional, y para tal efecto se expidió un decreto que establecía una comisión gubernamental encargada de estudiar los efectos que tendría en nuestra industria la desaparición de las circunstancias excepcionales de mercado que se habían suscitado con el advenimiento de la Segunda Guerra Mundial<sup>24</sup>.

En otro orden de cosas, es preciso señalar que la administración del presidente Cárdenas hizo muy poco por convertir en ley el instrumento de

---

<sup>24</sup> Decreto que establece la Comisión Nacional para el Estudio de los Problemas de México en la Posguerra[1944].

planeación diseñado por el grupo de Calles en 1933; Cárdenas tomó del Plan únicamente los aspectos que se adherían a su sistema de prioridades en cuanto a propósitos económicos y sociales, y trató de alcanzarlos de acuerdo con la coyuntura política y con los recursos que tenía a su disposición.

Por su parte, el gobierno del presidente Avila Camacho casi no tomó en cuenta lo que apuntaba el Segundo Plan Sexenal, y más bien ajustó su administración a la situación de coyuntura por la que se atravesaba, tanto a nivel nacional como internacional. En su época las inversiones -tanto públicas como privadas- tuvieron altos rendimientos, por lo cual los ingresos del sector público se vieron incrementados de manera muy significativa, y la economía nacional -tomada en su conjunto- registró una tasa promedio anual de crecimiento del orden del 5% en términos reales.

Ante tales circunstancias no se veía la necesidad de hacer esfuerzo alguno de planificación cuando las cosas parecían ir saliendo tan bien por sí solas.

Al margen del Segundo Plan Sexenal, se hicieron algunos esfuerzos por controlar y armonizar el explosivo crecimiento económico por el que estaba atravesando el país, y así fue como se decidió la creación del "Fondo para el Fomento Industrial" en 1941. Este organismo se proponía estimular de manera racional a las nuevas industrias que se estaban formando en aquel entonces, pero no fue dotado de los recursos financieros que hubieran sido necesarios y, consecuentemente, no pudo cumplir con sus propósitos.

Posteriormente y a sugerencia de la Comisión México-Norteamericana de Cooperación Económica se estableció, a mediados de 1944, la "Comisión Federal de Fomento Industrial", mediante decreto presidencial, la que sustituyó al Fondo anteriormente mencionado.

Esta Comisión tuvo las mismas atribuciones que el mencionado Fondo más la importante función de llevar a cabo una planeación industrial, complementando o sustituyendo el desempeño de las empresas privadas en renglones que no estuvieran lo suficientemente bien atendidos, ya sea por falta de recursos o de interés.

Asimismo, se le encomendó a la Comisión elaborar lo que se dio en llamar el "Programa Básico de Desarrollo", el cual serviría para establecer prioridades para los diversos proyectos públicos.

Lamentablemente, los resultados obtenidos por esta Comisión no fueron, ni con mucho, los esperados. A este respecto se expone lo que expresan algunos destacados estudiosos del tema. Acerca de sus propósitos:

"La creación de la Comisión de Fomento Industrial alentó muchas esperanzas, se pensó que la industrialización se sujetaría a un proceso articulado, [y] que la industria manufacturera se desenvolvería en consonancia con los requerimientos de la economía, del nivel y de la disponibilidad de recursos físicos."<sup>25</sup>

Acerca de su desempeño:

"...lejos de ejercer una influencia profunda sobre la economía de México, ni siquiera dejó huellas perceptibles...debido a dos factores adversos: falta de personal técnico e incertidumbre en materia de financiamiento. La Comisión al igual que su predecesor [el Fondo] terminó en la nada. Si obtuvo acaso algún resultado tangible, la opinión pública no ha sido informada de ello."<sup>26</sup>

Entre los logros concretos de este Segundo Plan Sexenal se encuentran los siguientes:

- Se crearon otras grandes empresas paraestatales como es el caso de Altos Hornos de México, y de Guanos y Fertilizantes.

---

<sup>25</sup> Pichardo Pagaza[1974], pp.16-17.

<sup>26</sup> Sanford[1950], p.90

- En el ámbito de atención a necesidades sociales se crearon el Instituto Mexicano del Seguro Social y la Secretaría de Salubridad y Asistencia.
- Se creó el Consejo Mixto de Economía Regional (1942), con las funciones de realizar estudios socio-económicos para cada entidad federativa. Dicho Consejo estaba formado por dos representantes del Gobierno Federal, dos del Gobierno Estatal y dos por cada uno de los sectores productivos.
- El nueve de julio de 1942 se decretó la formación de la Comisión Federal de Planificación, organismo creado para funcionar como organismo consultivo de la Secretaría de Economía Nacional en los aspectos de planificación y coordinación de la economía nacional. Estaba constituido por siete vocales pertenecientes a las más importantes secretarías de Estado, así como por representantes de los diversos consejos obreros y patronales, en calidad de observadores con voz pero sin voto.
- El Producto Interno Bruto creció en el periodo de 1940 a 1945 a una tasa promedio del 7% anual, y entre 1940 y 1950 aumentó en promedio en un 8.7% anual; en el mismo lapso la población creció a un ritmo del orden de 2.8% anual en promedio.
- Entre 1939 y 1945 las exportaciones registraron un aumento del 100%.

#### 4.5 PERIODO 1947-1952.

El tipo de planeación del periodo 1917-1946 respondió, en lo fundamental, a dos propósitos. En primer lugar, a la necesidad de orientar y ordenar las actividades relativas a la institucionalización, transformación y diversificación del aparato político-social y productivo, fundado en los principios surgidos del movimiento armado de 1910. En segundo lugar, a construir cimientos sólidos para que el estado desempeñara las funciones que

la Constitución de 1917 le asignaba.

Durante el período que va de 1947 a 1958, sexenios de los licenciados Miguel Alemán y Adolfo Ruiz Cortines, adquirió gran importancia la planeación por "cuencas hidrológicas", importancia que se extendió incluso hasta la década de los sesenta en virtud de haberse tomado la determinación de proceder a la electrificación del país aprovechando en todo lo que fuera posible los recursos hidrológicos que existen en México debido a su orografía.

Desde su creación, la Comisión Federal de Electricidad fue construyendo obras que aprovecharan las fuentes de energía de que dispone el país, culminando su primera etapa de actividades con la inauguración, en agosto de 1944, de la primera unidad de la Planta Hidroeléctrica de Ixtapantongo, situada al noroeste del estado de México, con una capacidad de 28,000 Kw, la cual forma parte del Sistema Hidroeléctrico Miguel Alemán, este sistema constituyó la más importante realización de la CFE en su etapa de arranque. Con la construcción de esta planta se entró de lleno a la etapa del aprovechamiento de los recursos hidráulicos en México<sup>27</sup>, en su época utilizó un método fuera de lo común para la generación de electricidad al trabajar con un sistema de turbinas para el aprovechamiento del agua. El desarrollo de la Comisión Federal de Electricidad fue continuo llegando en el período de 1947 a 1952 a tener instaladas 16 plantas hidráulicas con una potencia de 65,345 Kw, 29 plantas de combustión interna diesel y 1 planta de vapor, con una potencia de 28,823 Kw<sup>28</sup>.

Entre las principales empresas privadas y extranjeras que generaban electricidad en 1947, se encontraban:

- Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz, S.A.<sup>29</sup>

---

<sup>27</sup> Rev. Ingeniería Mecánica y Eléctrica, año XLVI, Septiembre-Octubre de 1967, pág. 22.

<sup>28</sup> Secretaría de Programación y Presupuestos (1965), Vol. 2 Inversión Pública y Planeación por Cuencas Hidrológicas, pp. 295-6.

<sup>29</sup> actualmente en liquidación.

- Impulsora de Empresas Eléctricas, S. A.  
(American and Foreign Power Co.)
- Empresa de Servicios Públicos de los Estados Mexicanos, S.A.

Por otra parte, las empresas públicas para la generación y distribución de energía eléctrica eran:

- Comisión Federal de Electricidad
- Nueva Compañía Eléctrica de Chapala (Capital mixto).

También entre 1940 y 1946 se procedió a la creación del Sistema Hidroeléctrico Miguel Alemán el cual consta de seis plantas hidroeléctricas que abastecen a la ciudad de México junto con la Cía. Mexicana de Luz y Fuerza Motriz, S.A.

Considerando las cifras disponibles hasta 1951, el consumo interno de derivados del petróleo creció en 1946-1951 a una tasa aproximada de incremento de 10% anual. La industria, la generación eléctrica y los transportes absorbieron combinados alrededor de 80% del consumo total de energía del país y su tasa de crecimiento fue, por tanto, la mayor determinante de las demandas internas. Considerando que estos tres sectores económicos son preclusivamente los que mostraban signos de más rápida expansión y dadas las previsiones que razonablemente podían establecerse en cuanto a su curso futuro, no podría esperarse en los años siguientes una reducción de la demanda de esos sectores<sup>30</sup> debido a que el país estaba en una etapa de fuerte industrialización y electrificación.

Durante el período de 1943-1951 se duplicó la capacidad generadora de energía eléctrica, y sin embargo aún subsistía escasez en extensas regiones de la República Mexicana. Sólo la zona servida por el sistema interconectado del centro y, en menor medida, los estados de Veracruz, Jalisco, Sonora, Coahuila, Durango, Nuevo León y algún otro, habían alcanzado una etapa relativamente avanzada de electrificación. En el resto del país, y especialmente en el Pacífico Medio y sur y en las zonas Sur y

---

<sup>30</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto[1985], Vol. 2 Inversión Pública y Planeación por Cuencas Hidrológicas, pág. 729.

Sureste de México, persistía la misma situación de escasez de energía que en 1939 y, en algunos, podría decirse que se había agravado. Aún dentro de las zonas más electrificadas un elevado porcentaje de la población no consumía energía eléctrica, estimándose que en las ciudades de México, Guadalajara, Puebla, Veracruz, y Monterrey, había una parte de población no consumidora que podía cifrarse en el 40% de la población residente en las mismas<sup>31</sup>.

La demanda doméstica de electricidad creció en el período 1946-1950 a una tasa media de 9.5% y en años de generación abundante, como 1948 y 1949, aumentó 12% y 14% respectivamente. Se preveía un crecimiento futuro al mismo ritmo de 9.5% anual, lo cual considerando la necesidad de ampliar el sector consumidor e impulsar la electrificación rural se convertía en un 11% anual.<sup>32</sup>

La demanda industrial, en el mismo período, creció a una tasa media anual de 8% a pesar de haber estado sujeta a frecuentes restricciones y obtener energía proveniente de las plantas privadas establecidas para su propio uso.

Fuera de los años 1947 y 1950, que fueron de escasez de energía, la demanda industrial creció en 1948 y 1949, 11% y 13% respectivamente. En los años siguientes la generación destinada a uso industrial debería aumentar a una tasa media del 10% anual<sup>33</sup>.

En general puede decirse que todos los sectores de consumo crecieron hasta el máximo permitido por la capacidad de generación. Sin embargo, según cálculo de NAFINSA, a 1951 sólo el 22% de población total de México hacía uso de servicio eléctrico en sus hogares<sup>34</sup>.

---

<sup>31</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto[1963], Vol. 2 Inversión Pública y Planeación por Cuencas Hidrológicas, pág. 733.

<sup>32</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto[1965], Vol. 2 Inversión Pública y Planeación por Cuencas Hidrológicas, pág. 733.

<sup>33</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto[1965], Vol. 2 Inversión Pública y Planeación por Cuencas Hidrológicas, pág. 734.

<sup>34</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto[1965], Vol. 2 Inversión Pública y Planeación por Cuencas Hidrológicas, pág. 739.

Una fecha importante para la Comisión es el 14 de enero de 1949, ya que en esa fecha se publicó en el Diario Oficial la Ley Constitutiva de la Comisión Federal de Electricidad, en la cual se determinó su carácter de organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propios, determinándose sus atribuciones y organización en los términos en que prácticamente subsisten a la fecha. En resumen, las responsabilidades asumidas por la Comisión son todas las actividades referentes a:

- la planeación del sistema eléctrico nacional;
- la generación, conducción, transformación, distribución, y venta de energía eléctrica, y
- la realización de todas las obras, instalaciones y trabajos que requieran la planeación, ejecución, operación y mantenimiento del sistema eléctrico nacional.<sup>35</sup>

En cuanto a la estructura orgánica de la C.F.E., esta se organiza alrededor de tres grupos orgánicos especializados:

- Un grupo de órganos de gobierno que dirige y controla el desempeño de la institución;
- un segundo grupo responsable de las actividades sustantivas, que atiende las tareas que son la finalidad de la entidad, y
- un tercer grupo que provee los recursos y servicios necesarios para que funcione la Comisión Federal de Electricidad.

También en la década de los cuarenta se dio un crecimiento impresionante de las entidades paraestatales, todas las cuales dependían para su funcionamiento de transferencias de fondos del Gobierno Federal. Ante tal situación el Ejecutivo Federal decretó el 31 de Diciembre de 1948 la Ley para el Control de los Organismos Descentralizados y Empresas de Participación Estatal. Esta Ley tenía como objetivo controlar las operaciones y vigilar que los resultados de las empresas paraestatales se ajusten a los fines para los que habían sido creadas. También, en su artículo 15, facultó a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para disponer de un organismo administrativo que se encargue de llevarla

---

<sup>35</sup> Rev. Ingeniería Mecánica y Eléctrica, pág. 5

adelante; unas semanas después nació la Comisión Nacional de Inversiones.<sup>36</sup> Las principales funciones de esta Comisión eran las de control, vigilancia y coordinación de los presupuestos tanto de capital como de cuenta corriente de los organismos autónomos y empresas estatales. Asimismo se facultó a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para ejercer las funciones de control y supervisión de las entidades paraestatales, para estar constantemente informada de su progreso administrativo y asegurar su correcto funcionamiento económico, a través de un sistema permanente de auditorías e inspecciones técnicas.

Para fundamentar la solicitud de un crédito al Banco Mundial y dar a conocer el destino de los recursos se elaboró un Proyecto de Inversiones para el Gobierno Federal y Dependencias Descentralizadas que abarcó los años de 1947 a 1952. También se formuló el Programa Nacional de Inversiones 1953-1958.

El Proyecto de Inversiones 1947-1952 constituyó el primer esfuerzo en la programación de la inversión global y sectorial; detallaba y jerarquizaba proyectos específicos al tiempo que establecía y analizaba su forma de evaluación y repercusión en las principales variables macroeconómicas. El documento incluía todos los renglones donde el Gobierno Federal invertiría fondos durante el periodo. En su elaboración participaron la mayoría de las Secretarías de Estado y dependencias públicas descentralizadas. La información contenida en el proyecto precisaba el objetivo de cada programa, su importancia para el desarrollo del país, su tiempo de ejecución, la población beneficiada y los empleos generados. Además especificaba las metas anuales y gastos que habrían de realizarse en cada periodo; señalaba las fuentes de los fondos de inversión, las utilidades anuales a generarse en cada proyecto, los intereses y el plazo de amortización de la deuda. También estimaba las repercusiones que la instrumentación de los programas tendrían sobre el ingreso nacional, los ingresos fiscales y la balanza de pagos.

---

<sup>36</sup> Creada por decreto del 31 de enero de 1948, publicado en el Diario Oficial de esa fecha.

Se otorgaba prioridad a las inversiones en el sector Comunicaciones y Transportes, que absorbía 31% del total programado (construcción de carreteras, rehabilitación de los ferrocarriles, construcción de puertos, etc.); al sector energético se le asignó el 15% del total.

Se creó la Comisión del Papaloapan, que abarcaba los estados de Veracruz, Oaxaca y Puebla, su obra más destacada es la puesta en operación en 1947 de la planta hidroeléctrica de Temascal.

Otra Comisión creada en esa época fue la de Tepalcatepec, la cual abarcaba los estados de Michoacán y Jalisco; esta Comisión se dio a la tarea de electrificar y dotar de agua potable a un gran número de poblados. Se montaron también las plantas hidreléctricas de El Cóbano y Salto Escondido.

Por su parte la Comisión del río Grijalba desarrolló sus operaciones en los estados de Tabasco y Chiapas. Se construyó la presa Malpaso, en su tiempo una de las más grandes de América Latina, con una planta hidroeléctrica con capacidad para generar 3 Mw y con un potencial total de generación de 3,000 Mw.

El cumplimiento del Proyecto de Inversiones 1947-1952 fue parcial, aunque muchas de sus partes fueron rescatadas y utilizadas como base para actuar a escala menos ambiciosa.

La tercera parte del financiamiento requerido debería provenir de créditos que no se lograron concertar en su totalidad, lo cual fue una de las causas que contribuyeron al fracaso del plan.

La actuación de la Comisión sufrió de falta de apoyo político y de autoridad técnica, por lo cual su impacto real no se dejó sentir en términos reales.

Lo anterior se explica por la situación económica que imperaba durante la administración del presidente Miguel Alemán, es decir, fuerte demanda para los productos mexicanos tanto en el mercado externo como en el interno, con el consecuente crecimiento económico.

Durante las administraciones de los generales Lázaro Cárdenas y Manuel Avila Camacho el sector público comprendía sólo al Gobierno Federal y a unas cuantas empresas estatales importantes. Ya para los años del presidente Miguel Alemán existían más de 50 organismos públicos y empresas estatales que dependían, en alguna medida, de los recursos financieros del Gobierno Federal. La importancia económica del sector paraestatal llegó a ser tan grande que ya para finales de la citada década representaba alrededor del 50% de las inversiones públicas tomadas en su conjunto.

#### 4.6 PERIODO 1953-1958.

Hacia fines de 1952, al tomar posesión de su cargo como Presidente de la República el Lic. Adolfo Ruiz Cortines por el sexenio 1952-1958, se decretó la desaparición de la Comisión Nacional de Inversiones en razón de su ineficacia para controlar y coordinar las inversiones públicas, con lo cual esa importante función había quedado desatendida completamente.

En 1953 se estableció el Comité de Inversiones, integrado por representantes de las secretarías de Hacienda y Economía, del Banco de México y de Nacional Financiera bajo la presidencia de las primeras. A este Comité se le otorgaron facultades para analizar y comprobar la correcta ejecución de los programas de inversión y los recursos financieros de las dependencias y entidades gubernamentales. Asimismo, el Comité de Inversiones recibió instrucciones del Presidente Ruiz Cortines para elaborar un Plan de Inversiones Públicas a largo plazo.

Según el Lic. Pichardo Pagaza dicho Comité no fue efectivo ni fructífero:

“...debido a la participación de varias dependencias gubernamentales, al bajo nivel de adscripción del órgano coordinador, porque los funcionarios que la integraron no pudieron ponerse de acuerdo en materia de competencia y jerarquía, y

porque el resto de las dependencias de la administración pública no consideraron a ese organismo con el suficiente prestigio político para imponer la coordinación de los programas de inversión."<sup>37</sup>

En virtud de los problemas por los que tuvo que atravesar el Comité de Inversiones para coordinar las inversiones públicas, se propuso su transferencia a la Presidencia de la República argumentándose que por la magnitud e importancia de la programación de las inversiones públicas, no correspondía encomendar su supervisión a la Secretaría de Hacienda, sino que tal función se debería realizar al más alto nivel de coordinación económica y política.

Debe mencionarse, sin embargo, que el Programa de Inversiones 1953-1958 representó un avance metodológico sustancial, tanto en el aspecto técnico de su formulación como en los procedimientos de su ejecución, respecto a anteriores programas. Para la elaboración de los objetivos y proyecciones se recurrió a las cuentas nacionales.

De tal forma, en octubre de 1954 se creó la Comisión de Inversiones como órgano adscrito a la Presidencia de la República y responsable directamente ante el Presidente de la Nación.

Entre las funciones que se dieron a esta nueva Comisión tenemos:

- 1) Estudiar y evaluar los proyectos de inversión del sector público, en función de las necesidades inmediatas del país.
- 2) Formular estudios económicos destinados a definir la prioridad, volumen y papel de las inversiones públicas.
- 3) Someter a la consideración del Presidente de la República un plan coordinado de inversiones públicas.
- 4) Sugerir al Presidente de la República ajustes periódicos al Programa de Inversiones, en base a situaciones imprevistas.

---

<sup>37</sup> Pichardo[1974], p.18

Respecto de la instrumentación del programa, el procedimiento fue el siguiente: al comienzo de cada año fiscal la Comisión recibía de la Secretaría de Hacienda la estimación de los recursos totales disponibles para las inversiones, y los organismos, empresas o dependencias del gobierno que realizaran los proyectos daban a conocer a la Comisión sus necesidades de fondos para invertir. Con esos datos la Comisión formulaba un plan preliminar anual para distribuir los recursos federales entre los múltiples proyectos, de acuerdo al orden de prioridad asignado por el programa. Después se sometía a la consideración del presidente de la república y, una vez aprobado, la Comisión certificaba ante la Secretaría de Hacienda los montos específicos de fondos federales que quedaban asignados a cada proyecto, y las autorizaciones correspondientes para solicitar créditos. Sólo con esa certificación las dependencias públicas, organismos descentralizados y empresas de participación estatal podían recoger de la Secretaría de Hacienda las cantidades que les correspondían.

Con el fin de apoyar la labor de esta Comisión, el Presidente giró instrucciones a todas las entidades y dependencias gubernamentales para que le proporcionaran información concerniente a sus programas de inversión en ejecución, proyectos en estudio y planes de inversión a largo plazo.

De esta manera, las inversiones públicas eran evaluadas directamente por la Presidencia de la República, y la Secretaría de Hacienda estaba obligada a proporcionar financiamiento para inversión únicamente en los casos expresamente aprobados por la Comisión.

Así, una de las primeras tareas a las que se dedicó la Comisión fue la de integrar un inventario de los proyectos de inversión a cargo del Sector Público, los cuales se evaluaban de acuerdo a los siguientes criterios: productividad del proyecto, volumen de empleo generado por el proyecto, beneficio social, relación con otros proyectos, y avance físico de los proyectos en proceso.

De estos criterios los dos primeros fueron los que tenían mayor importancia para la Comisión<sup>38</sup>, es decir, productividad del proyecto y volumen de empleo generado.

Una importante función de esta Comisión fue la de elaborar el Programa Global de Inversiones para el Sector Público para cada año, basándose para ello en la información que le proporcionaba la Secretaría de Hacienda respecto de la estimación de recursos financieros de que se podría disponer para tal efecto.

El programa impuso orden de prioridades respecto a las inversiones públicas de acuerdo con las necesidades nacionales. Asimismo pudo coordinar las inversiones de las dependencias públicas, organismos descentralizados y empresas de participación estatal, unificando criterios para su correcta aprobación y canalización. Los criterios de inversión de la Comisión fueron los siguientes:

- a) Productividad del proyecto.
- b) Beneficio social.
- c) Grado de coordinación con otros proyectos.
- d) Grado de avance de los proyectos ya iniciados.
- e) Protección de inversiones anteriores en el caso de proyectos ya emprendidos.
- f) Volumen de ocupación generada por el proyecto una vez terminado.

Con esa información la Comisión procedía a efectuar un análisis, revisión y evaluación de los proyectos que le presentaban las diversas dependencias y organismos públicos; luego, se procedía a la asignación de los recursos disponibles dando prioridad a los proyectos en proceso; de lo que quedaba se asignaba a los proyectos nuevos de acuerdo con los criterios de evaluación arriba señalados.

Después, ese Programa era presentado al Presidente para su consideración, el cual junto con el Secretario de Hacienda y otros miembros de su gabinete

---

<sup>38</sup> Wloneczek[1965], p.35

establecía las asignaciones y los montos finales.

La Comisión también participaba activamente en las tareas del control del ejercicio presupuestal de los fondos de inversión. Debido a que tenía en su poder la información técnica y financiera relativa a los proyectos de inversión pública, la Comisión podía ejercer una eficaz vigilancia de esos proyectos, e informar a la Secretaría de Hacienda para que aportara o no los fondos correspondientes, así como sancionar a las entidades paraestatales que no cumplieran con las instrucciones que dictara la Comisión en lo que se refiere a la programación y ejecución de los proyectos.

Ya para 1956 la Comisión había ganado tanto prestigio y poder político, que el gobierno federal le agregó más responsabilidades entre las que destacaban:

- Analizar las tendencias generales de la economía.
- Participar en la definición de la política económica nacional con el fin de integrar y justificar las inversiones del Sector Público.
- Prever las necesidades de inversión sectorial.
- Estudiar los efectos de la inversión pública sobre la balanza de pagos, producto interno bruto, etc.
- Efectuar estudios sobre los impactos financieros de las inversiones públicas.

Como resultado de éstos análisis fue claro para la Comisión que el ahorro interno necesario para financiar la inversión pública era insuficiente y, por lo tanto, concluyó que el éxito de sus programas de inversión a largo plazo iba a depender de la capacidad de obtener financiamiento interno.

Pasando al análisis del desempeño de esta Comisión, aunque fue mucho más efectiva y poderosa que sus antecesores, aún le faltaba mayor precisión en su técnica de evaluación para decidir entre los proyectos que reunieran todos los criterios de prioridad antes señalados. En tales casos era el Presidente de la República el encargado de decidir según su criterio. Por otra parte, el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento opinaba

respecto a su método que se podría mejorarlo incorporándolo dentro de una planeación de más largo alcance, lo cual no significó que no se le reconocieran sus logros ya que, según un grupo de expertos del mencionado banco:

Durante los últimos tres años [1954-1956], la Comisión ha podido formular programas y orientar la inversión pública con creciente efectividad. Este éxito se debe a la nueva organización y al trabajo efectivo del cuerpo técnico de la Comisión... Sin una política fiscal y monetaria estricta y sin una colaboración estrecha entre la Comisión de Inversiones por una parte, y el Banco de México, y especialmente la Secretaría de Hacienda, por la otra, no hubiese sido posible controlar la magnitud global de la inversión pública de la manera tan satisfactoria en que se hizo en 1955-1956.<sup>39</sup>

En cuanto a la consecución de los objetivos del programa, el crecimiento del Producto Nacional fue del 5.8% anual en términos reales, acercándose a la tasa proyectada de 5.9%.

Entre los factores que motivaron los éxitos obtenidos por esta Comisión podemos señalar entre los más notables:

- Acceso continuo y directo al Presidente de la República.
- Su aislamiento de los conflictos políticos al mantener su carácter técnico.
- Concentrar y sistematizar la información que, de otro modo, se hallaría dispersa en varias dependencias aisladas.
- Compartir la responsabilidad de la ejecución de los proyectos con las Secretarías de Hacienda y Patrimonio Nacional.

---

<sup>39</sup> International Bank for Reconstruction and Development, MEXICO'S PUBLIC INVESTMENT PROGRAM 1957-1960, p. 87, citado por Wloneczek, en ANTECEDENTES E INSTRUMENTOS DE LA PLANEACION EN MEXICO, p. 40.

De acuerdo con la información disponible<sup>40</sup> las inversiones públicas se concentraron fundamentalmente en comunicaciones y transportes, obras de irrigación y energéticos (hidrocarburos).

En este último aspecto es importante hacer mención que en 1955 se inició el desarrollo de los recursos uraníferos de México con la creación de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, a la que se confirió entre otras tareas, la exploración, explotación y beneficio de los minerales radiactivos, así como la investigación y desarrollo de tecnologías atómicas y la comercialización de los productos. Los primeros trabajos de la Comisión fueron la prospección y exploración de yacimientos de uranio en diferentes regiones del país, habiéndose logrado descubrimientos en los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango y Oaxaca. Los éxitos más notables consistieron en el descubrimiento y evaluación de las minas de La Preciosa, y Sierra El Mezquite en Durango; Los Amoles, Luz del Cobre y Nochebuena en Sonora; Sierra de Gómez, El Nopal y Sierra Peña Blanca, en Chihuahua; y la Coma, Buenavista y El Chapote en Nuevo León.

#### 4.7 PERIODO 1958-1965.

Concebida como un órgano de enlace y coordinación de las políticas económicas gubernamentales de más alto nivel, entre la Presidencia de la República y el resto de las dependencias federales se creó la Secretaría de la Presidencia el 24 de diciembre de 1958, al inicio del régimen del Presidente Adolfo López Mateos.

Según estaba definido por la Ley de Secretarías y Departamentos de Estado, de misma fecha, las facultades de la Secretaría de la Presidencia abarcaban labores de recopilación de datos entre las demás dependencias federales que le fueran necesarios para la elaboración del Plan General de Gasto e

---

<sup>40</sup> Secretaría de la Presidencia[1964]

Inversiones Públicas, la programación de las obras públicas; la formulación de propuestas para promover el desarrollo regional; así como la coordinación e Inspección de las Inversiones en las distintas entidades y dependencias federales.

De tal manera, la Comisión de Inversiones fue absorbida por la Secretaría de la Presidencia en su totalidad y sus funciones se transfirieron a la Dirección de Inversiones Públicas de la misma Secretaría. Sin embargo, el prestigio y la autoridad política que había llegado a tener subsistieron de alguna manera dentro de la recién formada Secretaría de la Presidencia, y, aunque con el mismo rango de jerarquía que las demás Direcciones de la Secretaría, su peso e importancia se hicieron sentir desde el principio del nuevo régimen.

Lo anterior se tradujo en una división interna entre las áreas encargadas de las funciones de planeación estratégica y de la administración de las Inversiones federales.

En materia de energéticos, específicamente con respecto a la geotermia, en 1959 se concluyó la primera instalación experimental de este tipo en Pathé, Hidalgo. Desde entonces se ha incrementado la capacidad de asimilación y desarrollo de tecnologías de exploración y explotación de yacimientos geotérmicos para la generación eléctrica.

Por otra parte, a mediados de 1959 se expidió un acuerdo presidencial que ordenaba a las dependencias y entidades gubernamentales enviar sus proyectos de inversión a fin de formular un programa de Inversiones para el periodo 1960-1964. Así es que se le debería enviar a la Secretaría de la Presidencia la información relativa a sus programas de inversión a fin de que ésta procediera a estudiar, integrar y someter a la consideración del Presidente de la República un Programa Coordinado de Inversiones del Sector Público para el periodo 1960-1964, incluyendo un cuadro de prioridades, así como las posibles fuentes de financiamiento.

Con el propósito de que dicho acuerdo fuera observado se establecieron diversas formas de sancionar a aquellas dependencias y entidades públicas que no cumplieran con lo estipulado. Las medidas principales que fueron

Lomadas a ese respecto incluyen:

- Prohibir a la Secretaría de Hacienda que proporcione fondos especiales para inversiones, así como la búsqueda y gestión de créditos internos y externos para inversiones no aprobadas por el Presidente de la República.
- Congelar fondos de créditos aún no ejercidos, radicados en el Banco de México, para inversiones no aprobadas.
- Negar permisos de importación a las dependencias públicas cuando no pudieran demostrar cabalmente, con documentos, que los bienes por importar correspondan a inversiones autorizadas por la Presidencia de la República.

Aunque se tenía una Dirección encargada formalmente de la planeación y programación de las inversiones, estas actividades sólo se realizaron en cada entidad o dependencia (de manera individual y sin vinculación con las demás entidades), no pudiendo la Secretaría de la Presidencia ocuparse de la planeación a largo plazo, ni de la política económica nacional, ni de la coordinación de las actividades del Sector Público.

Con el objeto de coordinar las responsabilidades de las Secretarías de la Presidencia y de Hacienda en materia de formulación de planes y programas nacionales de desarrollo económico y social a corto y largo plazos, se creó por acuerdo del presidente López Mateos del 1 de marzo de 1962 una Comisión Intersecretarial. A esta Comisión se le encomendó (debido a que la Secretaría de la Presidencia no había podido integrar adecuadamente esta labor) la tarea de calcular el monto, estructura y ejecución del consumo e inversión públicos y privados que fuera conveniente que el gobierno federal realice o promueva con el fin de acelerar el crecimiento económico del país en el período 1962-1964 y sentar las bases necesarias para impulsar un desarrollo más intenso en el futuro; también tenía el fin de proceder de inmediato a formular planes nacionales para el desarrollo económico y social

del país a corto y largo plazo<sup>41</sup>.

Al parecer, el desempeño de esta Comisión Intersecretarial no fue mejor que el de la Secretaría de la Presidencia, ya que según el Lic. Pichardo Pagaza:

"Se creyó que con la creación de la Comisión Intersecretarial, el sector público contaría finalmente con un organismo que centralizadamente formularía los planes rectores de toda la actividad económica; sin embargo, los resultados de ésta no pudieron ser menos alentadores. Aunque la información oficial es escasa, todo indica que hasta 1964 sus integrantes no se reunieron más de un par de veces."<sup>42</sup>

Una de las labores más importantes que se le encargaron a la Comisión fue la de elaborar el Plan de Acción Inmediata para el periodo 1963-1965. La principal orientación del Plan de Acción Inmediata era de tipo financiero en el control e incremento de las inversiones públicas y privadas. Se buscó que el gobierno acelerase el desarrollo económico nacional y mejorar las condiciones sociales del país en los términos de los "Acuerdos de la Carta de Punta del Este," suscritos por los gobiernos de los Estados Unidos de América y de los países latinoamericanos para que éstos pudieran tener mayor acceso a los créditos ofrecidos por los Estados Unidos en el marco de la Alianza para el Progreso<sup>43</sup>.

Se creó un comité especial para la evaluación del Plan de Acción inmediata. Dicho comité, llamado de los nueve, inició sus labores en la ciudad de Washington el 2 de octubre de 1962; entre el 5 y el 28 de enero de 1963 visitó México con el objeto de informarse más ampliamente sobre el Plan y la política de gobierno.

---

<sup>41</sup> ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1965, vol. 3, Los Problemas del Desarrollo y la Inversión Pública (1958-1970), pág. 25.

<sup>42</sup> PICHARDO PAGAZA, IGNACIO "10 AÑOS DE PLANIFICACION Y ADMINISTRACION PUBLICA EN MEXICO.", (ENSAYOS) INAP No.2, MEXICO 1974, pp.21-22.

<sup>43</sup> Wionczek[1965], pp.47-60.

A rasgos generales, los objetivos del plan se enfocaban a lograr un monto de inversión pública y privada que asegurara una tasa media de crecimiento del Producto Interno Bruto del 5% anual, propiciando así la aceleración del crecimiento económico nacional, la racionalización de la formación de capital, así como una mejor distribución del ingreso nacional.

El Plan de Acción Inmediata fue sometido a consideración del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, así como de otras instituciones crediticias similares, con el fin de lograr préstamos para nuestro país, dentro de la estimación global de los recursos internos y externos requeridos para cumplir con los objetivos del Plan.

En el segundo trimestre de 1963 el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento realizó su evaluación del Plan de Acción Inmediata así como de los programas actualizados elaborados por el gobierno de México; para tal efecto se envió una misión integrada por 15 especialistas bajo la dirección del economista Gerald Alter; esta misión visitó México y realizó un estudio muy completo, particularmente de los programas sectoriales de inversión pública. En 1964 una pequeña misión volvió a visitar el país con el propósito de actualizar los estudios ya hechos.

Este plan nunca fue dado a conocer a la opinión pública, lo cual dificulta hacer un análisis objetivo del mismo. Sin embargo, podemos recurrir a la opinión que sobre el mismo emitió la Organización de Estados Americanos (O.E.A.):

"El Plan de Acción Inmediata constituyó el primer intento de elaborar un programa nacional de inversiones que abarcara también al sector privado. Sin embargo, la realización del mismo dependía del acceso a los créditos externos, del incremento en la productividad de las inversiones públicas y de la respuesta del sector privado ante la política económica gubernamental.

El Plan de Acción Inmediata, que nunca se llevó a la práctica, no justificaba los niveles de inversión; no preveía una reforma administrativa que apoyara su ejecución; no proponía medidas concretas de política económica tendientes a lograr las metas del plan; y al ser un plan elaborado por dos Secretarías de Estado, se hubiera dificultado su instrumentación."<sup>44</sup>

En resumen, los resultados concretos de la Comisión Intersecretarial fueron los siguientes:

- Elaboró el Plan de Acción Inmediata 1962-1965.
- Elaboró el Plan de Desarrollo Económico y Social 1966-1970.
- Para el periodo 1962 a 1964 el Producto Interno Bruto creció a una tasa promedio anual del 8.1%.

Desafortunadamente aunque en el periodo 1962 a 1964 se profundizó el proceso de industrialización, el sector agrícola se comenzó a rezagar significativamente, origen del problema actual de desabastecimiento de granos básicos y la necesidad de importarlos cuando antes México era un importante exportador de los mismos.

Desde 1963 y hasta 1966 hubo un fuerte desarrollo económico del país a tasas de crecimiento promedio anuales superiores al 5%.

Ya para el final del periodo, el 1 de enero de 1965, se decretó la Ley Federal de Planeación, la cual en su artículo 1, declara: Para los efectos de esta Ley se entiende por planeación, la previsión y encauzamiento a mediano y a largo plazo del desarrollo económico nacional, con base en el aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles, humanos y materiales, orientado al logro de metas de justicia social, previamente determinadas. También se creó con esta Ley la Comisión Nacional de Planeación la cual tendría a su cargo las actividades de planeación gubernamental en el país.

---

<sup>44</sup> O.E.A. [1965]

al respecto de la formación de la Comisión se declara en los artículos 5 y 6: (art. 5) La Comisión Nacional de Planeación dependerá directamente del C. Presidente de la República, quien hará la designación de sus integrantes. (art. 6) La Comisión Nacional de Planeación estará formada por nueve miembros de los cuales cuatro deberán ser economistas.

En el ámbito energético es de destacar que durante la administración del Licenciado Adolfo López Mateos, se consideró el suministro de energía eléctrica como un servicio público que por su importancia, no debería ser prestado por compañías extranjeras sino que, en términos acordes con el artículo 27 Constitucional, debería tener un sentido y alcances sociales, con objeto de llevar sus beneficios al mayor número de mexicanos, en el menor tiempo posible y sin propósitos de lucro<sup>45</sup>. De tal forma, en 1960, el Ejecutivo Federal ordenó la adquisición de las acciones de las empresas concesionarias extranjeras más importantes, como eran The Mexican Light and Power Company, y The American Foreign Power Company, comprometiendo a ambas empresas a realizar inversiones en México con el dinero que percibieron; esta compra se considera como una de las más relevantes en la economía nacional y, además, como el inicio de la nacionalización de la industria eléctrica, el cual culminó el 29 de diciembre de 1960, cuando se adicionó al artículo 27 de la Constitución el párrafo sexto que textualmente señala.

Corresponde a la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.

El avance tecnológico de la generación de electricidad en México se vio incrementado con la construcción de la central hidroeléctrica El

---

<sup>45</sup> ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS, A.C., REV. INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA, NUMERO DEDICADO AL 50 ANIVERSARIO DE LA C.F.E., ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS, A.C., MEXICO, 1987, PAG. 4.

Infiernillo, que entró en operación comercial en 1965. Esta central marcó el inicio de la construcción de grandes presas y la instalación de grandes unidades generadoras, estableciendo la potencia de las unidades de la central El Infiernillo una marca mundial; entre las grandes centrales hidroeléctricas de México actualmente destacan las centrales que conforman el Sistema Hidroeléctrico del Río Grijalba que son, partiendo de aguas arriba, La Angostura (1974), Chicoasén (1980), Malpaso (1964), y Peñitas (1987).

La capacidad instalada de generación de energía eléctrica se había elevado extraordinariamente durante el lapso 1959-1964, y para 1965 llegó a 5,300 Mw y se planeaba elevarla en cerca de 2,300 Mw más.

#### 4.8 PERIODO 1966-1970.

En 1965 se creó la Subcomisión de Inversión y Financiamiento, en el seno de la Comisión Intersecretarial, asignándosele la responsabilidad de elaborar el "Programa de Desarrollo Económico y Social 1966-1970" que definía directrices para el sector público y señalaba estímulos para la iniciativa privada. En este programa se hace énfasis en que esta programación no es imperativa ni suprime la posibilidad de ajustes o reacomodos. En el sector público, jerarquiza y determina. Para el sector privado indica, informa y orienta. Le concierne establecer pautas y realizar acciones que coordinen a ambos sectores de la economía nacional. No hemos erigido la programación como un fin en sí; la consideramos medio e instrumento.

En él se plantearon como objetivos a lograr:

- Alcanzar un crecimiento del Producto Interno Bruto del orden de un 6% anual como mínimo.
- Pugnar por un abastecimiento adecuado de alimentos y materias primas.
- Incrementar las exportaciones y continuar con la política de sustitución de importaciones.
- Fortalecer la industrialización para reducir el índice de desempleo.

- Fomentar el ahorro interno para reducir la dependencia financiera externa.
- Mejorar la distribución del ingreso, la educación, salud y vivienda.
- El abastecimiento oportuno y creciente para el desarrollo económico de la Nación.
- En cuanto a petróleo se declara que del total de la producción del mismo que se requiera en 1970, el 71% se destinará a uso intermedio y el resto a la demanda final.
- Se planeó que el valor de la producción petrolera crezca a una tasa media anual de 7.2% en el periodo 1966-1970. Se previó que la producción de crudos alcanzaría en 1970 192 millones de barriles frente a unos 132 millones en 1965; la producción de gas natural alcanzaría 791 mil millones de pies cúbicos en 1970 frente a unos 132 millones en 1965.
- En cuanto a energía eléctrica se preveía que la demanda crecería a una tasa media anual de 6.8% en el periodo 1966-1970.

Entre los logros más importantes de este Plan se puede citar a los siguientes:

- Se incorporaron e incluyeron en la Ley de Ingresos y en el Presupuesto de Egresos de la Federación los principales organismos y empresas del sector público para vigilar que el ejercicio presupuestario se ajuste a los proyectos autorizados.
- El Producto Interno Bruto creció a una tasa del 6.9% anual por el periodo, superior a la meta fijada de 6.5%.

En noviembre de 1960 se creó la Comisión del Río Balsas, que asumió las funciones de la Comisión del Tepalcatepec. La cuenca del Balsas comprende un territorio de 112,000 km<sup>2</sup> de los estados de Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala y el Estado de México. Las actividades de la Comisión dieron como resultado importantes obras que incluso rebasaron el ámbito regional, tales como las presas del Infiernillo y la José María Morelos, también conocida como La Villita. La primera genera electricidad para la Ciudad de México y la segunda para el complejo siderúrgico Lázaro

Cárdenas-Las Truchas. De hecho, las actividades de la Comisión fueron un antecedente para la construcción del complejo siderúrgico Las Truchas, que aprovecharía los yacimientos de hierro de la zona; la instalación de la Ciudad Industrial Lázaro Cárdenas. La creación del puerto y la construcción de una vía férrea que mejoró la comunicación con el resto del país, también deben mucho de su existencia a la presa La Villita.

También en este periodo, la Comisión Federal de Electricidad comenzó a experimentar con otros recursos energéticos; de tal forma, se puso en operación una carboeléctrica piloto en Nava, Coahuila, con capacidad de 37.5 Mw, con el principal objetivo de adquirir experiencia en el manejo de volúmenes importantes de carbón<sup>46</sup>.

#### 4.9 PERIODO 1970-1976.

Durante el gobierno del presidente Gustavo Díaz Ordaz se estableció en la Secretaría de la Presidencia la "Comisión de Programación del Sector Público", la cual formuló antes de concluir su mandato el Programa de Acción del Sector Público 1970-1976, en base a la información proporcionada por las dependencias y entidades gubernamentales.

Otro documento importante del periodo lo constituye el Programa de Inversión-Financiamiento del Sector Público Federal 1971-1976, el cual se basó en la experiencia de cinco años de la Subcomisión de Inversión-Financiamiento. En cuanto a energéticos, la distribución que este Programa proponía para el periodo contemplaba asignar el 18.6% de la inversión total al sector petrolero (incluyendo petroquímica) y 12.8% al sector eléctrico, es decir que el 31.5% del total de inversión pública sería destinado a satisfacer las crecientes demandas de energéticos<sup>47</sup>.

---

<sup>46</sup> Rev. Ingeniería Mecánica y Eléctrica, septiembre-octubre de 1967, pág. 23.

<sup>47</sup> ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1985, vol. 4 Planeación Económica y Social 1970-1976, pág. 15.

En el apartado dedicado a energéticos del programa sectorial industrial se apunta que ante la situación de escasez de nuevos aprovechamientos hidroeléctricos a precios competitivos, se ha tomado la decisión de incrementar la participación de las plantas térmicas en el período, y por lo tanto se preveía que el consumo de hidrocarburos necesarios para la generación de electricidad se elevaría de 26 a 51 millones de barriles entre 1970 y 1976. De tal forma se razonó que "se vuelve indispensable determinar, a la brevedad posible, la conveniencia de sustituir parte de esta demanda con materiales nucleares, ya que el uso del carbón y vapor natural tiene mayores limitaciones."<sup>48</sup> También se indicaba que "Es probable que una vez concluidos los estudios de factibilidad se inicie, en la costa del Golfo de México, la construcción de la primera planta con capacidad de 660 Mw, que abastecería el Sistema Interconectado del Sur."<sup>49</sup> Aquí es donde podemos ubicar en un documento oficial el nacimiento del Programa Nuclear Mexicano.

En cuanto a hidrocarburos el Programa planteó los siguientes objetivos:

- Mejorar la relación entre las reservas de crudo y gas respecto a la producción, impulsando las tareas de exploración y desarrollo.
- Superar el ritmo de producción para equilibrarlo con el aumento de la demanda, ampliando y mejorando los sistemas de explotación y transporte de materias primas.
- Reducir los volúmenes de gas que se queman y acrecentar el abastecimiento de gas natural a los centros de consumo.
- Abatir la importación de hidrocarburos elevando la capacidad instalada de refinación y la eficiencia de las plantas existentes.
- Instalar los nuevos ductos y tanques de almacenamiento, que permitan satisfacer la demanda de productos finales oportunamente, con menores costos.

En lo que a electricidad se refiere el Programa hace notar que aunque se logró incrementar el número de consumidores de 2.9 millones en 1965 a 4.5

---

<sup>48</sup> op. cit., pág. 17.

<sup>49</sup> op. cit., pág. 25.

millones en 1970, apenas el 50% de la población del país disponía de energía eléctrica. Entre los objetivos planteados al sector eléctrico se encontraban, además de continuar con el Plan Nacional de Electrificación, los siguientes:

- Aumentar la capacidad de generación de 7,300 a 11,600 Mw.
- Consolidar la interconexión de los sistemas en operación y facilitar su ampliación, incrementando la construcción de subestaciones, líneas de transmisión y redes de distribución.
- Procurar mayor eficiencia en el funcionamiento de los sistemas eléctricos, unificando la frecuencia a 60 ciclos.
- Impulsar los programas de electrificación del medio rural.

En 1973 se dio uno de los pasos más importantes a nivel técnico para la integración del servicio eléctrico mexicano: la unificación de la frecuencia en el país a 60 ciclos por segundo, proceso que concluyó en 1976.

También en 1973 se inició el aprovechamiento en forma de los campos geotérmicos, con la entrada en operación de la primera unidad de la central geotermoelectrónica Cerro Prieto I, en Baja California. Cerro Prieto se inició con dos turbogeneradores, cada uno de 37.5 Mw, a los que siguió una segunda etapa con dos unidades adicionales de idénticas características, cuya operación se inició en 1979, con lo que alcanzó una capacidad de 150 Mw. En agosto de 1981, se terminó la construcción de una quinta unidad, de baja presión, con capacidad de 30 Mw, que utiliza el vapor desechado por las cuatro anteriores unidades, con lo que su capacidad total alcanzó 180 megawatts.

El 26 de febrero de 1973 se acordó la creación de la Comisión de Energéticos con el objeto de estudiar y promover el mejor uso de los recursos energéticos, de acuerdo con las disponibilidades y reservas, en función de las necesidades que a corto y a largo plazos requiera el desarrollo del país. Esta Comisión estuvo integrada por el Secretario del Patrimonio Nacional, el cual la presidía, y por un representante de cada una de las Secretarías de Industria y Comercio, de la Presidencia, de Hacienda y Crédito Público y de Recursos Hidráulicos, así como de la Comisión Federal de Electricidad, de Petróleos Mexicanos y del Instituto Nacional de Energía Nuclear. Para cumplir con sus objetivos la Comisión debería llevar a cabo

las siguientes tareas:

- I. Realizar un inventario de los recursos energéticos de la Nación que comprenda:
  - a) Volumen y localización de los recursos aprovechables;
  - b) Reservas que previsiblemente puedan utilizarse en el futuro; y
  - c) Potencial máximo de las distintas clases de energéticos con que cuenta el país.
- II. Estudiar el óptimo aprovechamiento de recursos y definir -en su caso- los excedentes o las deficiencias que existan.
- III. Proponer la coordinación que resulte conveniente, tanto entre las entidades que explotan y proveen de energéticos como entre éstas y las dependencias del Ejecutivo Federal competentes.

En 1973 se dieron a conocer los Lineamientos para el Programa Nacional de Desarrollo Económico y Social 1974-1980, el cual fue elaborado por las Secretarías de Hacienda y Crédito Público, del Patrimonio Nacional y de la Presidencia, con la colaboración de especialistas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el Fondo de Cultura Económica y la Comisión Económica para la América Latina. En dicho documento se declara que en materia de energéticos, los objetivos fundamentales son satisfacer la totalidad de la demanda del país con producción interna y sanear la situación financiera de las empresas nacionales oferentes (PEMEX y Comisión Federal de Electricidad). La política de pugnar por la autosuficiencia energética se vio reforzada por la crisis del petróleo que se suscitó en esos años por el embargo decretado por los países árabes contra los países industrializados de Occidente como protesta por el apoyo otorgado a Israel en su conflicto con sus vecinos árabes, lo cual, a su vez, hizo que los precios del petróleo se elevaran muy rápidamente. También se apunta la necesidad de actuar sobre la demanda de los energéticos (por medio de la revisión de precios y tarifas) para disminuir su utilización dispendiosa<sup>50</sup>.

En diciembre de 1974 se publicó el acuerdo presidencial que ordena la disolución y liquidación de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro S.A., y

---

<sup>50</sup> op. cit., pág. 105.

sus asociadas, autorizándose a la Comisión Federal de Electricidad para adquirir sus activos, y de esta manera sentar las bases de la integración de la industria eléctrica.

En 1975 se decretó la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica, sin embargo hasta fines de 1988 no había un reglamento de la misma por lo que su aplicación quedó indefinida.

También en el año de 1975 se dio a conocer el Plan Nacional Hidráulico 1975, en el cual se incluyó un apartado dedicado a los energéticos y en él se menciona que para esa época el sector ya mostraba una importancia creciente dentro de la economía nacional. En el periodo de 1960 a 1972 el sector tuvo una tasa media anual de crecimiento del 9.3% -petróleo y carbón 7.6% y la industria eléctrica 13.6%-, su participación en el Producto Interno Bruto pasó del 4.4% al 5.7%, y aproximadamente una tercera parte de la inversión pública total se destinaba a este sector, que contribuía al proceso productivo mediante bajos precios de energía<sup>51</sup>. Ahí mismo se menciona la necesidad de dejar de quemar hidrocarburos para la generación de electricidad, ya que en el proceso de transformación se tienen pérdidas de hasta el 60% de la energía primaria.

Las actividades de explotación del uranio, que realizó inicialmente la Comisión de Energía Nuclear y posteriormente el Instituto Nacional de Energía Nuclear, tuvieron poca importancia en comparación con la explotación de otros recursos minerales. Sin embargo en 1978 se definió un programa de producción de uranio que está siendo revisado por la empresa Uranio Mexicano (URAMEX).

En 1978 se dio a conocer el Plan Nacional Indicativo de Ciencia y Tecnología, el cual incluyó una sección dedicada a los energéticos y en ella se señala que México tenía un consumo de energía por habitante (9 millones de kilocalorías al año) inferior al promedio mundial; sin embargo, con un crecimiento en el consumo del orden del 8% anual se ubicaba entre los países con más alto crecimiento de consumo de energía del mundo. En este Plan también se destaca que, de acuerdo con análisis de la Comisión de

---

<sup>51</sup> ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1985, vol. 5 Planes sectoriales y comisiones para el fomento del desarrollo (1970-1978), pág. 58.

Energéticos, para el año 2,000 el país necesitará encontrar más de 30,000 millones de barriles de petróleo y gas, adicionales a los 8,300 millones de barriles que en ese entonces tenía PEMEX como reservas probadas, y, además, descubrir y desarrollar otros 40,000 millones de barriles de reservas que aseguren la disponibilidad de hidrocarburos para los primeros 20 años del siglo XXI.

En cuanto a la ejecución de los Programas es de destacarse que en la administración del presidente Luis Echeverría Álvarez se dejó de elaborar la Matriz de Insumo-Producto del país lo cual fue un duro golpe para los esfuerzos de planeación. La justificación oficial fue que demasiadas personas altamente calificadas en economía y administración estaban ocupadas en la elaboración de la Matriz de Insumo-Producto, cuando pudieran estar prestando su servicio en puestos públicos. Si bien, se crearon diversas comisiones encargadas de formular los siguientes planes y programas: de Desarrollo Industrial, de Investigación Científica y Tecnológica, de Energéticos, de Desarrollo Agropecuario y Forestal, de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, de Transporte y otros, sin embargo faltaba un marco global que permitiera dar la congruencia necesaria a los distintos planes sectoriales. Su carencia se hizo evidente cuando comenzaron a presentarse "cuellos de botella" en distintos sectores de la economía, y en particular en insumos difundidos tales como energía, transporte, financiamiento y también en diversos materiales de construcción. Gran parte de la inflación sufrida en esos años pudo haberse evitado si se hubieran mantenido los criterios y componentes de planeación establecidos en regímenes anteriores.

## CAPITULO 5. ENTORNO DE PLANEACION EN MEXICO.

**RESUMEN:** En este capítulo se presentan y analizan los últimos planes hechos en México, que son los más complejos, en materia de administración pública. Analizando la calidad y alcances de los tres últimos planes nacionales que ha tenido nuestro país, se puede asegurar que la planeación ha ganado ya un lugar de suma importancia dentro del marco de nuestra estructura política y administrativa; es por ello que se dedica el presente capítulo al análisis del marco jurídico en materia de planeación, mismo que determina nuestros intentos de mejorar esos mismos planes y programas con propuestas nuevas.

### 5.1 PLAN BASICO DE GOBIERNO 1976-1982.

El Plan Básico de Gobierno fue creado por el Partido Revolucionario Institucional para el periodo presidencial del Lic. José López Portillo con el objetivo de sentar las bases para lograr las siguientes metas:

- Obtener una tasa promedio anual de crecimiento del Producto Interno Bruto del 8% y una inversión nacional no menor del 25% del P.I.B. en el sexenio.
- Formular un Plan Nacional de empleo que prevea la creación de 4.5 millones de plazas durante el sexenio.
- Formular un Plan Nacional de productividad industrial, administrativa, laboral, intelectual, técnica y social.
- Formular un Plan Nacional de Energéticos.
- Formular un Plan Nacional de Ciencia y Tecnología.

- Formular un Programa Nacional de Vivienda y Desarrollo Urbano.
- Continuar el progreso económico en el marco de una economía mixta bajo la tutela del Estado
- Adoptar la planeación económica imperativa para el sector público e indicativa para el sector privado.
- Acelerar los trabajos de reforma administrativa, desconcentrar y sectorizar las actividades, así como diseñar un sistema de planeación nacional; y mejorar métodos, sistemas y procedimientos.
- Establecer un sistema de inversiones públicas prioritario y evaluar sus resultados.

En cuanto a energéticos se refiere, el Plan plantea que se formule un plan nacional de energéticos que prevea y solucione los problemas de corto y largo plazo, establezca balances programáticos de la oferta y la demanda de los diferentes tipos de energía, busque la explotación más adecuada de los recursos disponibles, evite desperdicios, fortalezca las finanzas de las empresas gubernamentales y coordine la instrumentación de los programas parciales y la acción de las dependencias involucradas<sup>1</sup>. En cuanto a electricidad se refiere, se apunta que para el año de 1976 el país tendría una capacidad instalada de 12,500 Mw, de los cuales el 62% correspondería a Termoeléctricas, el 38% a Hidroeléctricas y 1% a Geotérmicas. Se preveía que para el año de 1982, el país debería tener una capacidad instalada de 22,000 Mw, con un 50% de la capacidad cubierta con Termoeléctricas, el 41% con Hidroeléctricas, el 8% con Nucleoeléctricas (1,800 Mw), y 1% con Geotérmicas.<sup>2</sup> En el Plan se recomienda el uso preponderante de los recursos hidroeléctricos para generación eléctrica (sic), tomando en cuenta su carácter de renovables y adecuando los usos alternativos del propio recurso<sup>3</sup>. Se hace mención de que las reservas de uranio conocidas hasta la fecha no permiten la instalación de grandes capacidades nucleoeeléctricas. Se recomienda superar los atrasos en el proyecto Laguna Verde, que ya desde

<sup>1</sup> PLAN BASICO DE GOBIERNO 1976-1982, citado en ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1985, vol. 6, Reforma Administrativa y Planeación (19876-1978), pág. 113.

<sup>2</sup> *Ibid*, *ídem*.

<sup>3</sup> *Ibid*, *ídem*.

entonces existían, y se plantea que para 1990 entre el 45 y el 55 por ciento de la generación eléctrica debiera provenir de plantas nucleares<sup>4</sup>. Se destaca la necesidad de proseguir con las exploraciones de nuevos mantos petrolíferos para aumentar las reservas en cerca de 11 mil millones de barriles de petróleo..

El primero de enero de 1977, el entonces Presidente José López Portillo, decretó la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la cual derogó la Ley de Secretarías y Departamentos de Estado del 23 de diciembre de 1958. Esta Ley tiene una gran importancia para la planeación en México porque establece las bases de organización de la Administración Pública centralizada y paraestatal. Se define a la Administración Pública centralizada como el conjunto formado por la Presidencia de la República, las secretarías de Estado, los departamentos administrativos y la Procuraduría General de la República. Por su parte, los organismos descentralizados, las empresas de participación estatal, las instituciones nacionales de crédito, las organizaciones auxiliares nacionales de crédito, las instituciones nacionales de seguros y de fianzas y los fideicomisos, componen la Administración Pública paraestatal<sup>5</sup>. El artículo 19 de dicha Ley establecía la obligación de los titulares de cada Secretaría de Estado y Departamento Administrativo de expedir los manuales de organización, de procedimientos y de servicios al público necesarios para su funcionamiento, los que deberán contener información sobre la estructura orgánica de la dependencia y las funciones de sus unidades administrativas, así como sobre los sistemas de comunicación y coordinación y los principales procedimientos administrativos que se establezcan. Los manuales y demás instrumentos de apoyo administrativo interno, deberán mantenerse permanentemente actualizados. Por su parte el artículo 20 señala que las secretarías de Estado y los departamentos administrativos deberán establecer sus correspondientes servicios de apoyo administrativo en materia de planeación, programación, presupuesto, informática y estadística, recursos humanos, recursos materiales, contabilidad, fiscalización, archivos y los demás que sean necesarios, en los términos que fije el Ejecutivo Federal. En esta Ley se establecieron las funciones y atribuciones de cada una de las Secretarías

---

<sup>4</sup> Op. cit., pág. 114.

<sup>5</sup> LEY ORGANICA DE LA ADMINISTRACION PUBLICA FEDERAL, art. 1o., publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 1976.

y Departamentos de Estado. El artículo 33, señala las atribuciones de la Secretaría del Patrimonio y Fomento Industrial, entre las cuales destacan:

- I. Poseer, vigilar, conservar o administrar los bienes de propiedad originaria los que constituyen recursos naturales no renovables y los del dominio público de uso común, siempre que no estén encomendados expresamente a otra dependencia.
- II. Compilar y ordenar las normas que rijan las concesiones, autorizaciones y permisos o la vigilancia para la explotación de los bienes y recursos a que se refiere la fracción anterior; así como otorgar, conceder y permitir su uso, aprovechamiento o explotación, cuando dichas funciones no estén expresamente encomendadas a otra dependencia;
- V. Proyectar, realizar y mantener al corriente el inventario de los recursos no renovables, cuando no estén encomendados expresamente a otra dependencia, y compilar, revisar y determinar las normas y procedimientos para los inventarios de recursos que deban llevar otras dependencias.;
- VI. Llevar el catastro petrolero y minero;
- X. Intervenir en la industria de transformación y en la industria eléctrica;
- XV. Intervenir en las industrias extractivas;
- XVI. Impulsar el desarrollo de los energéticos, de la industria básica o estratégica y de la industria naviera;<sup>6</sup>

También en enero de 1977 entró en vigor el Acuerdo por el que el Ejecutivo Federal contará con la Unidad de Coordinación General de Estudios Administrativos, en la cual se crea la Unidad mencionada para funcionar en la Presidencia de la República con el objeto de estudiar y promover las modificaciones que de acuerdo con la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal deban hacerse a la Administración Pública y coordinar y evaluar su ejecución.

---

<sup>6</sup> Ley cit., art. 33.

Un resultado del Plan Básico de Gobierno fue el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología (1978-1982), elaborado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) en 1978, tenía el antecedente del Plan Nacional Indicativo de Ciencia y Tecnología de 1976. Como directriz principal se establecía la formación de recursos enfocados a coadyuvar al cumplimiento de las políticas de alimentación, producción de energéticos y combate al desempleo, así como a alcanzar la autodeterminación científica y tecnológica<sup>7</sup>. En el aspecto de energéticos se hace mención que en el periodo 1965-1977 el consumo de energía creció 6.7% anualmente. Se preveía que aun si se continuara el desarrollo de los recursos hidráulicos, geotérmicos y carboníferos disponibles, y si se impulsara el aprovechamiento de la energía solar, los hidrocarburos serían todavía en el año 2,000 la fuente principal de energía primaria, con una participación del 88% si no hubiera un programa nucleoelectrico, o de 80% si se desarrollara un programa de 20,000 Mw; en este último caso las contribuciones porcentuales de las otras fuentes de energía serían: nuclear 12%, hidroelectricidad 4.9%, carbón 2.6%, geotermia 0.5%<sup>8</sup>. En el mismo documento se menciona que las reservas probadas de petróleo crudo, gas natural y líquido de gas, al 30 de julio de 1977 eran de 20,200 millones de barriles. Se menciona también la necesidad de planificar el consumo de hidrocarburos porque éstos alcanzan un valor agregado mucho más alto en la industria petroquímica. Se declara que como combustibles han sido subvaluados y su bajo precio ha propiciado el desperdicio. También se apunta que su exportación planificada debería financiar el desarrollo de fuentes alternativas de energía, por el alto valor estratégico del producto<sup>9</sup>. Más adelante se declara que el objetivo prioritario del esfuerzo científico-tecnológico en el sector energético será disminuir la dependencia excesiva de los hidrocarburos como fuente de energía. Se apoyarían las investigaciones en energía nuclear, solar, geotermia y carbón. Se planteaba investigar qué elementos científicos y tecnológicos podrían permitir la transición de un sistema social y económico basado en la quema de combustibles fósiles, a uno basado en energéticos renovables, y cuáles serían sus costos sociales. Se presentaron en este Programa 60 proyectos de investigación en energéticos agrupados en los

<sup>7</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto (1985), pág. 83.

<sup>8</sup> ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1985, vol. 8, Reforma Administrativa y Planificación (1978-1979), pág. 479.

<sup>9</sup> *Ibid.*, *idem.*

siguientes sectores: Petróleo y gas (14 proyectos); Energía eléctrica (13); Energía Nuclear (12); Energía Solar (12); Energía Geotérmica (5); Carbón (2) y Economía de la energía (2). Los anteriores proyectos integran un total de 28 programas. También se menciona que el Instituto Mexicano del Petróleo llevaría a cabo de forma independiente alrededor de 500 programas de investigación que no fueron descritos en el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología. Un proyecto del Grupo de Trabajo para la Rama de Energéticos del Instituto de Investigaciones Eléctricas en cuanto al aprovechamiento de la energía solar se refiere a la utilización de procesos fotoquímicos para la generación de hidrógeno, disociándolo del agua<sup>10</sup>.

En 1979 se elaboró el Plan Nacional de Desarrollo Industrial 1979-1982, cuyos objetivos fueron fomentar la producción de bienes de consumo básico; desarrollar industrias de alta productividad capaces de competir en mercados internacionales; aprovechar los recursos naturales del país, transformándolos y agregándoles valor, e integrar la estructura industrial mediante el desarrollo de ramas productoras de bienes y capital<sup>11</sup>. El Plan Nacional de Desarrollo Industrial incluyó un apartado dedicado a los hidrocarburos debido a que, según se menciona en el mismo Plan, la rama de hidrocarburos contribuye al desarrollo económico no sólo por sus exportaciones sino también porque suministra energéticos abundantes a la industria y a los consumidores nacionales.

En el apartado de hidrocarburos se planteó que para finales de 1980 la capacidad de extracción de petróleo crudo y líquidos de absorción llegaría a la plataforma de los 2.250 millones de barriles diarios<sup>12</sup>. A partir de este nivel de producción únicamente aumentaría para satisfacer el crecimiento de la demanda interna, permaneciendo constante el volumen de exportaciones. El gas natural se utilizaría exclusivamente en el mercado interno. Pemex y la Comisión Federal de Electricidad emplearían el mínimo de productos refinados y absorberían la mayor cantidad posible de gas natural. Se partió del supuesto que en igualdad de precios frente a los combustibles líquidos y

---

<sup>10</sup> Op. Cit., pág. 604.

<sup>11</sup> ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1985, vol. 7, Programas de Desarrollo Sectorial (1970-1980), pág. 109.

<sup>12</sup> Ibid, ídem.

garantizada su disponibilidad, el gas natural sería seleccionado para la industria porque es superior como energético. Se apunta también que para 1979 existía demanda de gas insatisfecha por restricciones en el suministro, misma que se cubriría al terminar la instalación de los gasoductos de la Red Nacional de Distribución. Se planteó que al alcanzar la "plataforma", las exportaciones de petróleo crudo y de productos derivados serían, respectivamente, 1.1 y 0.2 millones de barriles diarios<sup>13</sup>.

Por otra parte se indica que los precios internos de los combustibles fósiles han estado tradicionalmente por debajo de los internacionales debido a una política deliberada de protección a la industria. El Plan considera que se debe continuar la política de suministrar energéticos baratos ya que textualmente dice "Es legítimo que un país con abundancia de hidrocarburos utilice un arma de esta índole en la competencia internacional"<sup>14</sup>.

En cuanto al sector eléctrico es digno de mención que en 1978 se completó la interconexión eléctrica del sistema central de la Comisión Federal de Electricidad, proceso que se inició a partir de la nacionalización de la industria eléctrica; esto ha sido una aportación técnica de gran trascendencia ya que le ha permitido al país hacer más racional el aprovechamiento de la capacidad instalada. El hecho más sobresaliente de este proceso fue el cambio de la frecuencia de operación del sistema central, que era de 50 ciclos por segundo, para hacerlo trabajar a la misma frecuencia que todos los demás sistemas: 60 ciclos por segundo. El cambio se realizó entre 1971 y 1976 y permitió la integración completa del Sistema Sur<sup>15</sup>. Por otra parte, en el segundo semestre de 1976 inició sus operaciones la planta termoeléctrica de Altamira, Tamaulipas, que sirvió de enlace entre el Sistema Interconectado del Norte y el Sistema Interconectado del Sur, quedando por integrarse únicamente los sistemas peninsulares de Baja California y Yucatán. Una de las consecuencias de la interconexión de los sistemas fue la necesidad de contar con mecanismos ágiles que coordinaran su operación integrada y con este fin se creó en 1977 el Centro Nacional de Control de Energía. La generación posible aumentó más de seis veces de 1960

---

<sup>13</sup> Op. cit., pág. 51.

<sup>14</sup> Op. cit., pág. 54.

<sup>15</sup> Rev. EL MERCADO DE VALORES, MAFINSA, año XL, núm. 2, enero 14 de 1980, pág. 26.

a 1978, al pasar de 8,589 a 52,978 GWH<sup>16</sup>. En este último año la hidroelectricidad constituyó el 30% de la energía generada, las termoeléctricas aportaron casi el 69% y la geotermia el 1% restante<sup>17</sup>.

Por otra parte, es en este periodo en que se produjo la "petrolización" de la economía de México. Tomando unos datos indicativos se observa lo siguiente:

- En 1978 el Producto Interno Bruto aumentó, a precios constantes: 6.6% frente a 3.2% en 1977 y 1.7% en 1976. La recuperación estuvo asociada sobre todo al aumento del gasto público en el que destacó el monto de la inversión asignada al sector energético.
- La mayor actividad petrolera se reflejó en la balanza de pagos de 1978, ya que las exportaciones de hidrocarburos representaron el 31% de las totales en ese año.
- La exportación de petróleo crudo de 1974 a 1978 aumentó a un ritmo promedio anual de 118.9%, por lo que la participación de la industria petrolera en las ventas al exterior creció de 4.3 a 30.9% en el lapso.

En 1980 se dio a conocer el Programa de Energía elaborado por la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial en base a los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo Industrial. Se partió de objetivos y metas de carácter global para ir profundizando, afinando y detallando por sectores y ramas específicas. Se declara que el objetivo primordial del Programa es aprovechar la dotación abundante de energéticos disponibles para fortalecer, modernizar y diversificar la estructura económica de México. Por otra parte se manifiesta que el objetivo principal del Programa es apoyar el desarrollo económico nacional. Ello implica en primer lugar, según el Programa de Energéticos, expandir la producción de energéticos en función de las necesidades de un crecimiento económico equilibrado. En segundo lugar,

---

<sup>16</sup> GWH es la abreviatura de Gigawatt/hora, es decir  $1 \times 10^9$  watts por hora.

<sup>17</sup> Rev. EL MERCADO DE VALORES, NAFINSA, año XL, núm. 2, enero 14 de 1980, pág. 28.

significa captar los recursos derivados de la explotación petrolera para destinarlos a actividades prioritarias. Dado este objetivo general, los objetivos específicos del Programa son los siguientes:

- I) Satisfacer las necesidades nacionales de energía primaria y secundaria.
- II) Racionalizar la producción y el uso de la energía.
- III) Diversificar las fuentes de energía primaria, prestando particular atención a los recursos renovables.
- IV) Integrar el sector de la energía al desarrollo del resto de la economía.
- V) Conocer con mayor precisión los recursos energéticos del país.
- VI) Fortalecer la infraestructura científica y técnica capaz de desarrollar el potencial de México en este campo y de aprovechar nuevas tecnologías.

A partir de sus objetivos el Programa de Energía establece prioridades. Estas se agrupan en tres rubros generales:

- I) Industrialización
- II) Energía y desarrollo regional
- III) Energía y sector externo.

En cuanto a la relación entre energía e industrialización, las prioridades fueron:

- I) Ampliar la capacidad de refinación, desarrollar equilibradamente la industria petroquímica y graduar el establecimiento de actividades intensivas en el uso de energía.

- ii) Estimular la fabricación de bienes de capital utilizados por el sector energético, particularmente los de uso más difundido en otras ramas de actividad.

Las prioridades respecto al vínculo entre energía y desarrollo regional fueron:

- i) Apoyar la estrategia de ordenamiento territorial de los Planes de Desarrollo Urbano e Industrial.
- ii) Fortalecer y ampliar la infraestructura, los servicios y los abastecimientos en los lugares donde se expande la actividad petrolera a fin de aprovechar regionalmente su impulso.
- iii) Proteger el medio ambiente de las repercusiones del crecimiento de las empresas productoras de energía.

A su vez, las prioridades que se refieren a la relación entre energía y sector externo fueron:

- i) Exportar hidrocarburos en función de la capacidad de la economía para absorber productivamente recursos del exterior, una vez cubierta la demanda interna.
- ii) Procurar que dichas exportaciones tengan un mayor valor agregado.
- iii) Utilizar la exportación de hidrocarburos para diversificar por países el comercio exterior mexicano.

lv) Aprovechar las ventas externas de petróleo y gas para absorber tecnologías modernas, desarrollar más rápidamente la fabricación en el país de bienes de capital, tener acceso a nuevos mercados para la exportación de manufacturas, y lograr mejores condiciones de financiamiento.

u) Cooperar con otros países en desarrollo en el suministro de petróleo y en la búsqueda y explotación de fuentes locales de energía.

Se estableció como límites a la exportación de petróleo un nivel de 1.5 millones de barriles diarios y 300 millones de pies cúbicos al día de gas natural<sup>18</sup>. Asimismo se definió un nivel crítico de las reservas de hidrocarburos cuando éstas alcanzan una vida de 15 años en relación a la extracción anual<sup>19</sup>. Por otra parte, el Programa de Energía indicaba que al 1o. de septiembre de 1980 las reservas probadas ascendían a 60,000 millones de barriles de petróleo equivalente, de las cuales más de las tres cuartas partes constituyen hidrocarburos líquidos y el resto gas natural. A la misma fecha se estimaban reservas probables de 38,000 millones de barriles. Las reservas potenciales, que incluyen a los dos conceptos anteriores, se calculaban en 250,000 millones de barriles<sup>20</sup>.

En cuanto a energía eléctrica, se propone al carbón no coquizable para la generación de electricidad. Asimismo, se destacan tres características del desarrollo del sector eléctrico en México, estas son: el rápido crecimiento durante un periodo relativamente largo, la considerable dimensión absoluta del sistema interconectado, y el hecho de depender cada vez más de combustibles fósiles, particularmente hidrocarburos. En el periodo 1960 a 1980 la generación eléctrica creció a una tasa media anual de 10%. Este crecimiento fue más de 1.6 veces el del Producto Interno Bruto durante el mismo periodo. Ello permitió duplicar cada siete años la electricidad generada. El suministro de energía en alta tensión, cuyo destino principal

---

<sup>18</sup> Op. cit., pág. 331.

<sup>19</sup> *Ibid.*, *idem.*

<sup>20</sup> Op. cit., pág. 345.

es la industria, aumentó durante esos veinte años a una tasa media anual superior a 11%

## 5.2 PLAN GLOBAL DE DESARROLLO 1980-1982.

Este Plan se presentó oficialmente el 15 de abril de 1980; se denominó "global" debido a que la Secretaría de Programación y Presupuesto con sus funciones supervisaba de manera global las actividades de todos los demás sectores y los conducía hacia un desarrollo integral, es decir, que pretendía integrar todos los aspectos de la vida social.

El Plan estaba compuesto por tres partes: una política, una económica y una social. Se incluye un capítulo sobre política de precios, salarios, utilidades y fisco; hay también un capítulo sobre las perspectivas de la economía mexicana a veinte años.

Entre sus planteamientos más sobresalientes se pueden mencionar:

- Se establece un sistema administrativo racional, fundado en la planeación.
- Se estructuró el aparato público con criterios sectoriales.
- Contiene los principales elementos conceptuales e instrumentales que forman parte del proceso de planeación.
- Propone metas difíciles de alcanzar sin una estructura adecuada de planeación.
- Refleja el grado que se tenía de avance en la integración del sistema nacional de planeación.
- Muestra los logros obtenidos por los planes sectoriales y estatales.

En este Plan se analiza la evolución que podría esperarse de la economía mexicana hasta los primeros años del próximo siglo, si el país mantuviera y persiguiera los propósitos, objetivos y estrategias definidas en el Plan Global.

El Plan tiene tres vertientes:

- REFORMA POLITICA.** - Se trata de abrir canales de participación de corrientes de opinión para participar en la contienda electoral.
- REFORMA ADMINISTRATIVA.** - Se busca adecuar las instituciones a nuestro tiempo y también proporcionar capacitación a los burócratas.
- REFORMA ECONOMICA.** - Se apoya en la Alianza Nacional Popular y Democrática para la Producción, la cual debería consistir en un plan gubernamental para lograr la coordinación de las demandas laborales y las necesidades del sector privado mediante la intermediación del gobierno; también se orienta a promover un crecimiento alto y sostenido, así como hacia la creación de empleos. El Plan Global cuenta con diversos planes conexos que le sirven de apoyo para alcanzar los objetivos trazados. Entre ellos se encuentran:

- PLAN NACIONAL DE DESARROLLO URBANO.
- PLAN NACIONAL DE DESARROLLO INDUSTRIAL.
- PLAN NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO.
- PLANES ANUALES DEL SECTOR AGROPECUARIO Y FORESTAL.
- PLAN NACIONAL DE TURISMO.
- PLAN NACIONAL DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.
- PLAN NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA.
- PLAN DE DESARROLLO URBANO DEL DISTRITO FEDERAL.
- PLAN DE AGROINDUSTRIAS.
- AVANCES DEL PLAN NACIONAL DE COMERCIO.
- PROGRAMA NACIONAL DE EMPLEO.
- PROGRAMA DEL SECTOR EDUCATIVO.

Al respecto de los diversos planes que lo conforman se menciona:

"El Plan Global es el resultado de los diversos planes que han surgido, no es la suma de ellos, es

más que eso, es la inteligencia rectora, es lo que da coherencia al contexto."<sup>21</sup>

Enfocándonos específicamente al ámbito de los energéticos,

"La política de energéticos es una palanca básica para apoyar el cumplimiento de los objetivos del plan. Se inscribe fielmente en la tradición reivindicadora de los recursos naturales de la Revolución Mexicana, definiéndose sus acciones con estricto apego a los objetivos nacionales. En el ámbito externo la política de energéticos de México está expresada en el Plan Mundial de Energía, cuyo objetivo fundamental es asegurar la transición ordenada, progresiva, integral y justa entre la era de los hidrocarburos y la de los nuevos energéticos.

En el ámbito nacional la política de energéticos constituye un apoyo fundamental para el desarrollo de la industria, en especial la de bienes de capital, para el fomento de las exportaciones y para apoyar la desconcentración de la actividad industrial. Los precios internos de los energéticos se acercarán, en el mediano plazo, a los precios internacionales, manteniendo siempre un diferencial favorable al mercado interno como apoyo a la industria nacional. Se continuarán los esfuerzos de localización de los recursos y reservas de energéticos primarios, particularmente de fuentes diferentes a los hidrocarburos; se continuará la reorientación de la planta industrial hacia el uso de gas natural; la política de financiamiento del desarrollo se verá

---

<sup>21</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto (1980).

sustancialmente fortalecida mediante una adecuada política de precios internos, la que deberá atender el financiamiento del sector, el fortalecimiento de las finanzas públicas y deberá servir como apoyo a la racionalización del consumo y fomento a la industrialización; se dará impulso a la investigación y al desarrollo de tecnologías que ahorren energía, tanto para uso industrial como doméstico, dando énfasis especial a la difusión y a la adopción de las mismas.

El ritmo de explotación de los hidrocarburos se ha determinado de acuerdo a los objetivos nacionales, en función de las necesidades de la política global de desarrollo y sobre la premisa de no rebasar la capacidad real de la sociedad para absorber eficientemente dichos recursos."<sup>22</sup>

Los cálculos y estimaciones que se hicieron respecto del desarrollo nacional fueron demasiado optimistas y descartaron muchos factores desfavorables. Uno de ellos, fue aquel en el cual el país fundamentó toda su estrategia de desarrollo, estuvo constituido por la exportación del petróleo, el cual dentro de este Plan Global de Desarrollo se supuso que incrementaría sus precios permanentemente en el mercado internacional, hasta el año 2,000 cuando menos.

Las fluctuaciones a la baja en los mercados internacionales repercutieron seriamente en el funcionamiento de la economía y sobretodo en el financiamiento público, obligándolo a hacer reducciones presupuestales (durante 1982 del orden del 8%) lo cual afectó seriamente el desarrollo de los planes y programas gubernamentales.

Como un ejemplo de lo anterior citaremos al propio Plan Global de Desarrollo:

---

<sup>22</sup> Banco Nacional de Comercio Exterior(1980), pág. 375.

"El eje de la estrategia industrial es el potencial financiero que brindan los recursos derivados de la exportación de hidrocarburos conforme a la plataforma definida, lo que proveerá al país de mayor autodeterminación financiera. El ritmo de explotación de éstos será determinado por los objetivos nacionales en función de las necesidades de la política global de desarrollo y sobre la premisa de no rebasar la capacidad real de la sociedad para absorber eficientemente dichos recursos, sin crear distorsiones en el aparato productivo y financiero que pudieran obstaculizar la orientación social del desarrollo."<sup>23</sup>

Uno de los problemas más recurrentes en la planeación mexicana se encuentra también presente en el Plan Global de Desarrollo: no se hace mención de suficientes medidas concretas a tomarse ni se pone énfasis especial en la manera en que el plan sería llevado a cabo. No se establece una política fiscal adecuada ni se define con precisión cuál va a ser la política monetaria del país, concretándose a hacer algunas especulaciones respecto al tipo de cambio y a las tasas de interés.

Por otra parte, en ningún momento considera el plan las necesarias modificaciones en la administración del sector público. En la introducción se habla de la Reforma Administrativa, pero en forma demasiado general y global, sin entrar en detalles, cuando es evidente que muchas de las grandes empresas nacionales de gran impacto en el desarrollo del país como Petróleos Mexicanos, la Comisión Federal de Electricidad, Ferrocarriles Nacionales de México y el propio gobierno federal tienen una productividad más bien baja y donde una mejoría en la administración podría significar incrementos en la producción, en el ahorro y mayor eficiencia en la inversión.

---

<sup>23</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto (1980), cap. 3.2, pág.2

El Plan tampoco considera al comercio exterior como uno de los motores básicos del desarrollo; de tal manera, no se establece una política definida de fomento a las exportaciones y tampoco pone el énfasis necesario en la racionalización de las importaciones y mecanismos para su control. Por otra parte, resultan poco claras las metas respecto al crecimiento de las ciudades o de algunas regiones del país.

Para 1980 Petróleos Mexicanos había llegado a ser la industria más importante del país, con la responsabilidad de explotar los hidrocarburos de manera integral. La Comisión Federal de Electricidad era otra de las mayores empresas nacionales, la cual, como es bien sabido, se encarga de la producción y suministro de energía eléctrica; y en el terreno de la energía nuclear también es el Estado a través de dos organismos agrupados en el seno de la Comisión de Energía Atómica -Uranio Mexicano y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares-, quien planea, coordina, investiga, promueve, controla, explora, explota y comercializa los recursos radiactivos. En cuanto al carbón no existe a la fecha un organismo encargado de su explotación, pero ésta se realiza principalmente a través de las industrias siderúrgicas, en las que la inversión estatal es mayoritaria. Para 1980, el sector energético empleaba en forma directa a más de 150,000 personas, e indirectamente en las obras que realizan los organismos sectoriales, da ocupación adicional a un número similar de trabajadores<sup>24</sup>.

Refiriéndonos al ámbito energético es observable que las exportaciones se quedaron prácticamente estancadas (descontando, desde luego, las de petróleo) lo cual condujo a una excesiva dependencia de la economía de las exportaciones petroleras. Por otra parte se empezó a dedicar atención a la diversificación energética. El 1 de diciembre de 1981 se inauguró la primera central termoeléctrica de carbón mineral en México, localizada cerca de Piedras Negras, Coahuila, en la cuenca carbonífera de Fuente-Rfo Escondido. Esta planta tiene una capacidad de 1,200 Megawatts, lo cual la ubica entre las principales plantas de generación de energía eléctrica en el país. La termoeléctrica a base de carbón sustituirá, durante su vida útil, que es de 30 años, 350 millones de barriles de combustible; anualmente el

---

<sup>24</sup> Rev. EL MERCADO DE VALORES, NAFINSA, año XL, núm. 2, enero 14 de 1980, pág. 25.

ahorro será de 12.5 millones de barriles del mismo<sup>25</sup>.

### 5.3 PLAN BASICO DE GOBIERNO 1982-1988.

Hacia finales de 1981, el Partido Revolucionario Institucional elaboró este plan, el cual debería servir de base para la política económica del gobierno del presidente Miguel De La Madrid.

Este plan se integra fundamentalmente de cuatro apartados, en los cuales se abordan los siguientes puntos: filosofía política, planeación democrática, objetivos y estrategias y políticas de desarrollo nacional.

El primer apartado se refiere a la filosofía política; en él se enmarca el proyecto nacional identificado con los principios de la Revolución Mexicana y el Nacionalismo Mexicano. Trata también diversos apartados relativos a: libertad y justicia, Estado y sociedad, democracia, economía mixta, libertades económicas, derechos sociales, rectoría del Estado y sector público, internacionalismo, legitimidad, pacto social y participación popular. El segundo apartado se aboca al tema de la planeación democrática del desarrollo, considerando que ésta "constituye un instrumento que permite conducir y ordenar el cambio social y es en consecuencia un proceso eminentemente político."<sup>26</sup>

Así, en este contexto, la planeación se orientaría hacia la transformación de la realidad en beneficio de las clases populares, a romper con inercias y orientar circunstancias que respondan a las aspiraciones mayoritarias. Por tal motivo, en el plan se respaldan las acciones emprendidas en materia de planeación por la administración del presidente López Portillo.

---

<sup>25</sup> Rev. FORUM, artículo LOS OTROS CAMINOS DE LA ENERGÍA, de Joaquín Saavedra, pág. 43, México, 1 de marzo de 1982.

<sup>26</sup> Partido Revolucionario Institucional[1981].

Los objetivos que señala el presente plan, son esencialmente los mismos que se plantean en el Plan Global de Desarrollo 1980-1982, es decir:

- Reafirmar y fortalecer la independencia de México como nación democrática, justa y libre en lo económico, político y cultural.
- Proveer a la población de empleo y de mínimos de bienestar, atendiendo con prioridad las necesidades de alimentación, educación, salud y vivienda.
- Promover un crecimiento alto, sostenido y eficiente.
- Mejorar la distribución del ingreso entre las personas, los factores de la producción y las regiones geográficas.

Posteriormente, el documento plantea un conjunto de líneas de acción que integran la estrategia económica, política y social a seguir, y que deberán plasmarse en el Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988. La estrategia se resumió en lo siguiente:

En el ámbito económico:

- Orientar la inversión extranjera hacia proyectos prioritarios; buscar nuevas formas de financiamiento, impulsar un desarrollo regional equilibrado.
- Desarrollar integralmente los energéticos.
- Controlar la inflación.
- Superar los desequilibrios de la estructura productiva y orientarla a satisfacer las necesidades reales de la población.
- Definir las prioridades de Gasto Público y aumentar la eficiencia del Gasto Corriente, modernizar los mecanismos preventivos y de control, minimizar el desperdicio de recursos, reducir el saldo deficitario actual, así como fortalecer las finanzas gubernamentales.
- Impulsar la desconcentración del sector industrial para explotar más racionalmente los recursos del país y coadyuvar a la generación de empleos productivos y bien remunerados; y ampliar la capacidad exportadora de la industria manufacturera.

- Atender prioritariamente al sector comunicaciones y transportes, y realizar un programa nacional integral del sistema de transporte en México.

En el ámbito social:

- Buscar una sociedad económicamente más igualitaria, fortaleciendo la capacidad rectora del Estado y la planeación democrática; así como reorientar la estructura productiva a fin de generar empleos bien remunerados.
- Reducir la tasa de natalidad.
- Garantizar el abasto alimentario nacional.
- Ampliar los sistemas de seguridad social.

En el ámbito político:

- Reorientar y reestructurar la actividad comercial a fin de estimular la producción y la capacidad productiva de bienes social y nacionalmente necesarios.

Respecto de los instrumentos fundamentales que serían utilizados para la consecución de los propósitos antes señalados, se mencionan los siguientes:

- Política de gasto público.
- Sistema de planeación, programación, presupuestación, evaluación e información del gasto público.
- Política de empresas públicas.
- Política fiscal.
- Política de deuda pública.
- Política financiera.
- Política de comercio exterior.
- Política de Ciencia y Tecnología.
- Política de inversiones extranjeras.
- Política antinflacionaria.

De tal forma, el Partido Revolucionario Institucional planteó el Plan Básico como un documento esencialmente político, como plataforma electoral, reconociendo los avances del Plan Global de Desarrollo 1980-1982, pero señalando que no se destacan metas, ni periodos, ni recursos, sino que dichos elementos corresponderían al programa de gobierno.

Entre los resultados concretos de este plan se puede mencionar, en el ámbito energético que en agosto de 1982 dio comienzo la explotación del campo geotérmico de Los Azufres, en Michoacán, con la entrada en servicio de cinco unidades con capacidad total de 25 Mw.

#### 5.4 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1983-1988.

Este Plan fue dado a conocer públicamente por el presidente Miguel De La Madrid el 30 de mayo de 1983. El Plan tiene como antecedente a la reforma al artículo 26 Constitucional, el cual determina que el Estado debe integrar un Sistema Nacional de Planeación Democrática. Dentro del sistema antes mencionado se ubica la Ley de Planeación, la cual marca la necesidad de integrar programas operativos anuales y sectoriales de mediano plazo.

En el Plan Nacional de Desarrollo (PND) se hace notar que de acuerdo con la ya mencionada Ley de Planeación en los programas operativos anuales "...se encontrarán las cifras precisas, los compromisos numéricos y las adecuaciones que las circunstancias exigen,"<sup>27</sup>

Ya desde el principio el Plan previene que no pretende ser muy específico, ya que:

"...hoy las condiciones impiden considerar con certeza en el mediano plazo. Sería irresponsable hacerlo en el Plan Sexenal. El compromiso del Estado reside en establecer la dirección del cambio

---

<sup>27</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto[1983], pp.13-14.

y la intensidad del mismo, y precisar las líneas principales de acción que se plantean para cada sector, tanto en los sociales como en los productivos.

El Plan determina así la necesaria congruencia y el marco indispensable que servirá a los diferentes programas sectoriales e intersectoriales."<sup>28</sup>

Otra cosa interesante es que reconoce que "...en el proceso de planeación la etapa más difícil es la de su ejecución."<sup>29</sup> Una de las tres partes del Plan esta dedicada a la Instrumentación de la estrategia.

Implícitamente se acepta que el régimen anterior cometió errores políticos que afectan a nuestro país al decir:

"Los problemas que enfrenta la Nación no son producto sólo de errores de política(...); derivan también de factores externos y de la dinámica de crecimiento y las contradicciones internas de la evolución de la sociedad mexicana, que se ha convertido en una Nación grande, compleja y desigual. Por ello, la estrategia del Plan no pretende materializar íntegramente la reorientación y el cambio estructural en un sexenio."<sup>30</sup>

De esto último se desprende la intención de lograr una continuidad en los planes y abarcar más allá de un sexenio.

El Plan está estructurado en tres grandes apartados: en el primero se establece el marco de referencia para el diseño de la estrategia general; el segundo contiene los lineamientos para la instrumentación del Plan en los

---

<sup>28</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto(1983), pp.13-14.

<sup>29</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto(1983), pág. 11

<sup>30</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto(1983), pág. 12

distintos ámbitos de la vida nacional, y el tercero plantea la manera en que los diferentes grupos sociales pueden participar en su ejecución.

El propósito fundamental del PND es :

"Mantener y reforzar la independencia de la Nación, para la construcción de una sociedad que bajo los principios del Estado de Derecho, garantice libertades individuales y colectivas en un sistema integral de democracia y en condiciones de justicia social."<sup>31</sup>

El Plan se centra en torno a dos líneas fundamentales de acción, estrechamente relacionadas entre sí: una de reordenación económica y otra de cambio estructural.

De acuerdo con el Programa Inmediato de Reordenación de 10 puntos, éstos se actualizan y proyectan en el PND de manera congruente con sus propios propósitos fundamentales.

Acerca de la segunda línea de estrategia, la del cambio estructural, ésta se basa en seis orientaciones generales que guiarán las acciones globales, sectoriales y regionales del Plan, a saber:

- 1.- Enfatizar los aspectos sociales y redistributivos del crecimiento.
- 2.- Reorientar y modernizar el aparato productivo y distributivo:
- 3.- Descentralizar en el territorio las actividades productivas y el bienestar social.
- 4.- Adecuar las modalidades de financiamiento a las prioridades del desarrollo.
- 5.- Preservar, movilizar y proyectar el potencial del desarrollo regional.
- 6.- Fortalecer la rectoría del Estado, impulsar al sector social y estimular al sector privado.

---

<sup>31</sup> Secretaría de Programación y Presupuesto (1983), pág. 12

Por otro lado, el PND presenta una visión de cómo se puede llevar a cabo la descentralización del país.

Se indica que es necesario proceder a un redespiegue territorial de las actividades económicas con el objeto de fomentar el desarrollo de las regiones ubicadas entre la capital de la República y las costas, las cuales son vistas como alternativas viables para la descentralización del crecimiento de la Ciudad de México.

En cuanto a la manera de lograr la instrumentación de las acciones propuestas el Plan señala cuatro vertientes, mismas que están previstas por la Ley de Planeación: la obligatoria, para el ámbito del sector público federal; la de coordinación, que incorpora las acciones en materia de planeación que el gobierno federal realice con los gobiernos de los estados; la de inducción, que se refiere al manejo de los instrumentos de política económica y social y su impacto en las acciones de los particulares; y la de concertación, que comprende las acciones que acuerden realizar conjuntamente el sector público y los particulares.

Dentro de la vertiente obligatoria se pretende que los lineamientos del Plan sean traducidos en acciones y metas concretas a través de los programas sectoriales de mediano plazo y los programas operativos anuales.

Como lo marca la Ley, los programas sectoriales se deben ajustar a las previsiones contenidas en el Plan y especificarán los objetivos, prioridades y políticas que regirán el desempeño de las actividades del sector administrativo correspondiente.

De la misma forma, las entidades paraestatales deberían elaborar programas institucionales que contendrán previsiones para cumplir con los objetivos del Plan y los programas sectoriales, de acuerdo al área o actividad de que se trate.

Además se especifica que las acciones que compete ejecutar a la Administración Pública Federal serían precisadas anualmente a través de Programas Operativos donde se especificaría las acciones concretas, los

responsables, los recursos asignados y las metas.

Es importante destacar que este Plan representó un avance al haber dado una mayor importancia a la instrumentación y ejecución comparado contra los planes anteriores al PND.

Es importante observar que se necesita poner mayor énfasis en otros aspectos del logro de los cambios cualitativos que requiere el país; concretamente, en cuanto a la necesidad de dar a nuestra economía una mayor orientación hacia el exterior, facilitar los procesos de desconcentración y descentralización, así como frenar o incluso revertir los flujos migratorios hacia la zona conurbada del centro del país.

Enmarcándose en el Plan Nacional de Desarrollo, el 14 de agosto de 1984 se dio a conocer el Programa Nacional de Minería 1984-1988; el programa se planteó el objetivo principal de:

- Mantener a la minería mexicana entre los primeros productores mundiales. México es el primer productor mundial de plata, fluorita y arsénico; segundo en celestita y sulfato de sodio; tercero en bismuto y antimonio; cuarto en grafito, mercurio y diatomita; y quinto en plomo, zinc, azufre y feldespatos<sup>32</sup>.

El 13 de agosto de 1984 emitió el entonces presidente Miguel de la Madrid un decreto en el cual se abroga el Programa de Energía de la administración de José López Portillo, así como la Comisión de Energéticos que hasta entonces habían seguido vigentes, y se reemplazó por el nuevo Programa Nacional de Energéticos 1984-1988. Este Programa incorporó las orientaciones definidas en el Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988, así como la opinión pública manifestada en el Foro de Consulta Popular sobre Energéticos, celebrado en los meses de febrero y marzo de 1983. De este Foro de Consulta destacan las conclusiones relativas a la necesidad de diversificar la oferta energética, hacer un uso más eficiente de los hidrocarburos, contribuir a un desarrollo regional equilibrado sin impactos ecológicos adversos, apoyar la formación de una planta industrial integrada,

---

<sup>32</sup> Rev. EL MERCADO DE VALORES, publicación de NAFINSA, año XLIV, núm. 35, agosto 27 de 1984, pág. 881.

flexible y competitiva, fijar precios y tarifas realistas y aumentar la productividad.

El Programa Nacional de Energéticos 1984-1988 (PRONE) se definió como un programa sectorial de mediano plazo<sup>33</sup> y se le encarga a la Secretaría de Energía Minas e Industria Paraestatal su coordinación ante las demás dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, así como su verificación y evaluación. El PRONE se sustenta en las bases constitucionales de exclusividad del Estado en materia de energía, propiedad y control directo de las empresas que realizan las actividades en ese ámbito en nombre de la Nación, y conservación de los recursos no renovables como patrimonio de las presentes y futuras generaciones<sup>34</sup>.

En el PRONE se destaca el alcance nacional del Programa porque el desarrollo energético, aun cuando es responsabilidad directa de la Administración Pública Federal, requiere del concurso de los gobiernos estatales y municipales e involucra a todos los sectores económicos y grupos sociales<sup>35</sup>. El PRONE propone líneas de acción y metas a cumplir en el periodo 1984-1988, que es el de su vigencia, pero considera un horizonte hasta el año 2000 en su estrategia, ya que actúa sobre recursos no renovables cuya preservación hay que cuidar para las futuras generaciones y comprende proyectos de larga maduración y prolongada vida útil. También se manifiesta que el PRONE se sitúa en la primera fase de instrumentación del Plan Nacional de Desarrollo y que, por lo tanto, tan sólo tiene el nivel de detalle programático necesario para establecer la dirección del cambio y su intensidad, con metas expresadas en órdenes de magnitud o rangos. Los planteamientos, metas y acciones de mayor detalle y concreción en decisiones presupuestales y de ejecución directa, se establecerían en los programas operativos anuales del sector y de las empresas coordinadas, así como en los

---

<sup>33</sup> DECRETO POR EL QUE SE APRUEBA EL PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIANO PLAZO, DENOMINADO PROGRAMA NACIONAL DE ENERGETICOS 1984-1988, Poder Ejecutivo Federal, México, 13 de agosto de 1984.

<sup>34</sup> PROGRAMA NACIONAL DE ENERGETICOS 1984-1988, citado en ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1985, vol. 12, Desarrollo Industrial, energético y minero (1982-1985), pág. 368.

<sup>35</sup> Op. cit., pág. 368.

programas institucionales de desarrollo que se elaborarían en las siguientes fases de dicho proceso de instrumentación.

En cuanto a su contenido, el Programa aborda en primer término el contexto mundial en materia de energía y, después, el panorama nacional, donde se destaca la necesidad de mejorar los niveles de ahorro y uso eficiente de energía, así como la de lograr un balance energético más racional.

En lo que se refiere a los recursos y potencialidades del sector energético, se apunta que en 1983 el empleo total de carácter permanente en las ramas de electricidad y de hidrocarburos ascendió a cerca de 200,000 personas. Adicionalmente a esta cifra, las actividades de construcción de estas ramas demandan anualmente una gran cantidad de trabajadores temporales. Se manifiesta una reserva probada de hidrocarburos de 72,500 millones de barriles. Se estima un potencial hidroeléctrico aprovechable de 80 Twh, equivalente a una capacidad de generación de 22,000 Mw, de los cuales ya se estaba aprovechando el 29.8%. En geotermia se reconoce un potencial aprovechable de hasta 3,900 Mw. En cuanto a carbón, se estima una capacidad de reservas que permitirían instalar eventualmente alrededor de 5,500 Mw. Por su parte, las reservas de uranio permiten instalar hasta 2,308 Mw aproximadamente.

En el PRONE se manifiesta la preocupación por la dependencia tan grande que tiene el país en cuanto a energéticos con respecto del petróleo, la cual era de un 93% en 1983. Otro problema relevante que se manifiesta es la situación del sector en la cual hay un alto contenido importado de sus adquisiciones, que en algunos años llegó a rebasar el 50%, si bien durante 1983 esta participación se redujo a alrededor del 40%. Por otra parte, se menciona que alrededor del 25% de la población del país no tenía acceso a la energía eléctrica. También se menciona que no se ha logrado una completa unidad administrativa y operativa de la rama eléctrica, lo que incide en la productividad, así como en costos y subsidios.

Los objetivos que se plantea el PRONE son los siguientes:

- 1) Garantizar la autosuficiencia energética presente y futura del país.

- 2) Coadyuvar al desarrollo económico a través de la aportación de divisas e ingresos fiscales, y mediante la orientación del poder de compra del sector.
- 3) Coadyuvar al desarrollo social, ampliando la cobertura y evitando desequilibrios regionales y ambientales.
- 4) Ahorrar energía y promover su uso eficiente.
- 5) Alcanzar un balance energético más racional.
- 6) Fortalecer la autodeterminación y el avance tecnológicos.
- 7) Lograr un sector energético más eficiente y mejor integrado.
- 8) Contribuir al fortalecimiento del mercado mundial de hidrocarburos.

Para el logro de sus objetivos el PRONE sigue una estrategia que se enmarca en la del Plan Nacional de Desarrollo. La estrategia energética busca aumentar la capacidad de respuesta del sector con un margen suficiente de manobra para que, en los plazos mediano y largo, pueda satisfacer los crecientes requerimientos internos de energía, mantener una plataforma de exportación y ampliar su apoyo al resto de la economía. De tal forma, se dice que el eje central en el que descansa la estructura del Programa está constituido por las orientaciones estratégicas de productividad, ahorro de energía y diversificación<sup>36</sup>.

En lo que concierne a la energía nuclear, el PRONE planteaba que se continuarían los trabajos de Laguna Verde, y se preveía su puesta en operación comercial en 1986. También se deberían iniciar los estudios y los trabajos preparatorios para iniciara la construcción de una segunda central nucleoelectrica.

En la parte de lineamientos de acción (cap. 5), destaca la subsección dedicada a la investigación y desarrollo (5.5), en la cual se exponen los objetivos de desarrollo tecnológico de fuentes no convencionales, y se manifiesta que a corto plazo conviene apoyar tecnológicamente las aplicaciones prácticas de fuentes no convencionales en usos localizados para comunidades aisladas, en las que estas fuentes presenten posibilidades concretas y el suministro eléctrico tradicional resulte más costoso o no sea

---

<sup>36</sup> Op. cit., pág. 403.

posible. A largo plazo, se indica que la opción solar plantea las mejores oportunidades y los menores riesgos para recuperar las inversiones en investigación y desarrollo tecnológico. Estas ventajas se derivan de la disponibilidad del recurso y de la diversidad y flexibilidad tecnológica en este campo. La energía solar, como fuente básica, puede convertirse en energía útil a través de varias rutas tecnológicas y el desarrollo de sistemas fototérmicos abre un gran número de posibilidades de aplicación del recurso.

En 1983 se publicó el Primer Informe de Ejecución del Plan Nacional de Desarrollo, en el cual se presentó en el apartado de energéticos (4.1.1.7) la situación en cuanto a electricidad. En este rubro se aumentó la capacidad instalada en 600 Mw para disponer a fines de 1983 alrededor de 19,000 Mw. También se informó que, como resultado del manejo de los precios y tarifas de la energía, así como por el menor ritmo de la actividad económica interna, se redujo el consumo nacional de combustibles (Diesel y gasolinas) en 13 y 12%, respectivamente. Asimismo, el consumo de energía eléctrica creció en casi 2%, cifra muy inferior a la de su comportamiento histórico. Por otra parte se hace notar que a 1983 la situación de desperdicio y uso ineficiente de los recursos energéticos permanecía a niveles considerables, tanto en las etapas de producción y transformación de energía, como en su consumo final. Por su parte, el carbón aumentó su participación dentro de la capacidad instalada de energía eléctrica en 300 Mw. En cuanto a energía nuclear, se reportó un avance del 80% en la primera unidad de Laguna Verde y de 40% en la segunda<sup>37</sup>.

En el informe de 1984, en el capítulo dedicado a los energéticos (5.5) se manifiesta que en ese año la producción nacional de energía alcanzó cerca de 1,400 millones de petróleo crudo equivalente, lo que significó un crecimiento de casi 2% con respecto al año anterior<sup>38</sup>. Por su parte el consumo interno total de energía registró un incremento de alrededor de 4.5%. En petróleo, el volumen de producción alcanzó la cifra de 2.68

---

<sup>37</sup> PLAN NACIONAL DE DESARROLLO, INFORME DE EJECUCION 1983, reproducido en ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1983, vol. 17 Documentos Normativos y Metodológicos (1982-1985), pp. 412-413.

<sup>38</sup> PLAN NACIONAL DE DESARROLLO, INFORME DE EJECUCION 1984, reproducido en ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1985, vol. 17 Documentos Normativos y Metodológicos (1982-1985), pp. 677-684.

millones de barriles diarios; en gas se registró una producción promedio de 3,753 millones de pies cúbicos diarios<sup>39</sup>. Asimismo, la capacidad de refinación primaria de crudo alcanzó 1'349,000 barriles diarios, lo que implicó una ampliación de 49,000 barriles diarios en relación a 1983. Por su parte, la producción de petrolíferos en el año fue de 1.29 millones de barriles al día. En comercialización, la demanda interna de productos ascendió a 1.1 millones de barriles al día en promedio, un crecimiento de 5% con respecto al consumo de 1983. Para las gasolineras hubo una disminución de 1.6% al contraerse su consumo como resultado de los incrementos de precios de estos productos y del ritmo de crecimiento aún lento de la economía nacional. Se apunta la limitada capacidad nacional de almacenamiento de crudo; no obstante haberse incrementado, su flexibilidad sigue siendo limitada, ya que equivale a sólo 5 días de producción y a 9 de exportación. El componente importado para la fabricación de equipos petroleros, que era de 45% en 1982, se logró reducir a sólo 19% en 1984<sup>40</sup>. Por lo que respecta a electricidad, la capacidad instalada para la generación de energía eléctrica se incrementó en 660 Mw llegando el sistema a 19,710 Mw. La reserva de energía representó un 12.6% del total de la capacidad instalada. Por su parte, la generación bruta ascendió a 79,563 Gwh equivalente a un crecimiento de 6.3% con respecto a lo obtenido al cierre de 1983. La cobertura del servicio eléctrico alcanzó cerca de 12.23 millones de usuarios, frente a 11.66 millones de 1983. Por lo que respecta al aprovechamiento del gas, la quema se logró abatir a 302 millones de pies cúbicos diarios (promedio anual), equivalente a 8.1% de la producción total, cifra que contrasta con el 10.7% en 1983 y un 15% en 1982; como resultado de la creación de una mayor infraestructura para tal fin. En tierra se logró aprovechar hasta un 98% del gas producido. La reserva probada de hidrocarburos al 31 de diciembre de 1984 fue de 71,750 millones de barriles, cifra ligeramente inferior (1%) a la que se tenía a fines de 1983. Por lo que toca a la energía nuclear, se declaró tener un avance del 87.2% al finalizar 1984 en la primera unidad de Laguna Verde<sup>41</sup>.

<sup>39</sup> *Ibid.*, *idem.*

<sup>40</sup> ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1985, vol. 18 Tres Años de Planeación y Desarrollo (1982-1983), pág. 153.

<sup>41</sup> ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1985, vol. 17 Documentos Normativos y Metodológicos (1982-1985), pp. 677-684.

En 1985 se renovó, por sexto año consecutivo, el Acuerdo de San José, con respecto al abastecimiento de petróleo a Centroamérica y el Caribe, por parte de Venezuela y México. Por otra parte, la producción de petróleo crudo en 1985 ascendió a 2.63 millones de barriles diarios. La producción de gas natural ascendió a 3,603.7 millones de pies cúbicos diarios. La refinación de petróleo crudo y líquidos del gas alcanzó en ese año un promedio de 1.49 millones de barriles diarios, cifra mayor en un 2.2% al promedio del año anterior. En la industria eléctrica, durante 1985 la capacidad instalada se elevó a 20,806 Mw, cifra superior en 7.5% a la registrada en 1984. La generación de energía ascendió a 85,352 Gwh, es decir 7.4% mayor que la obtenida el año anterior. En energía nuclear, la primera unidad de Laguna Verde alcanzó un avance del 93.4%, mientras que la segunda reportó un avance de 44.1%. En 1985 el incremento en la capacidad de fuentes alternas de energía fue de 520 Mw, para llegar a 7,587 Mw, es decir, el 37.8% del total instalado<sup>42</sup>.

En 1986 se observó una reducción en los volúmenes destinados a la exportación, por lo cual la producción de petróleo crudo fue 7.7 por ciento menor a la obtenida el año anterior y 14.4 por ciento menos que la meta programada para el año. Por su parte, la producción de gas natural fue menor en 4.8 por ciento a la de 1985. La quema de gas a la atmósfera se redujo de 15% en 1982 a 5% en 1986. La capacidad instalada de refinación fue similar a la del año previo (1.79 millones de barriles diarios). El procesamiento de petróleo crudo y líquidos de gas en las refinerías y en las plantas petroquímicas del país alcanzó, en promedio, 1.364 millones de barriles diarios, cifra menor en 3 por ciento al promedio del año anterior. Con el volumen total procesado se empleó el 77.3 por ciento de la capacidad instalada de refinación, tasa ligeramente menor que la observada en 1985. En las ventas de gasolinas se observó un promedio de 332,700 barriles diarios, que significó un crecimiento de 2.7 por ciento respecto al del año pasado, en tanto que las correspondientes al diesel mostraron una disminución de 6.8 por ciento. Las ventas de gas licuado descendieron en 1.4 por ciento, comportamiento que contrasta con lo observado entre 1982 y 1985 cuando el consumo de gas, impulsado por una mayor demanda como carburante automotriz, alcanzó una tasa media de crecimiento de 11 por

---

<sup>42</sup> ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1983, vol. 18 Tres Años de Planeación y Desarrollo (1982-1985), pp. 312-318.

ciento. Por otra parte, las ventas internas de gas natural se ubicaron en 1.169 millones de pies cúbicos diarios, 9.9 por ciento menores al año anterior. En la industria eléctrica la capacidad instalada se elevó a 22,080 Mw, cifra superior en 6.1 por ciento a la registrada un año antes. El aumento fue resultado de la operación comercial de la primera unidad de combustóleo de San Luis Potosí (350 Mw), la segunda unidad geotérmica de Cerro Prieto II (110 Mw), la unidad I de la central de ciclo combinado de Tula y la primera parte de la hidroeléctrica de El Caracol (198 Mw). Los otros 515 Mw, correspondieron al periodo de pruebas de la cuarta unidad de la carboeléctrica Río Escondido (300 Mw), la segunda unidad de la hidroeléctrica de Peñitas (105 Mw) y la segunda unidad geotérmica de Cerro Prieto II (110 Mw). La generación bruta ascendió a 89,363 Gwh, que representan un incremento anual de 4.7 por ciento. En lo que se refiere al volumen de ventas internas de energía eléctrica, se alcanzaron 72,828 Gwh, que representan un incremento anual de 3.3 por ciento. Incluyendo las exportaciones el volumen total de ventas se elevó a 74,289 Gwh, un 5.2 por ciento de incremento. La cobertura del servicio eléctrico alcanzó aproximadamente 13.5 millones de usuarios, 623 mil más que el año anterior. En cuanto al aspecto de sustitución de importaciones, en 1985 del total de compras de PEMEX sólo el 19 por ciento fue de importación, contra 66 por ciento en la época de mayor crecimiento de la industria petrolera nacional; para 1986, PEMEX importó el 20 por ciento de sus adquisiciones. Por su parte, la Comisión Federal de Electricidad importó el 32.6 por ciento de sus adquisiciones en 1986 frente a 28 por ciento en 1985. En cuanto a la diversificación energética, del incremento obtenido en la capacidad instalada, el 65 por ciento correspondió a plantas generadoras con base en fuentes distintas a los hidrocarburos; con ello la participación de las termoeléctricas convencionales se redujo de 62.2 por ciento en 1985 a 60.7 en 1986. Del total de la capacidad instalada, las hidroeléctricas participaron con el 31 por ciento, las geotermoeléctricas participaron con 2.9 por ciento, y por su parte, las carboeléctricas participaron con el 5.4 por ciento del total de la capacidad. En nucleoelectricidad se reportó un avance del 98 por ciento en la primera unidad de Laguna Verde, en tanto que en la segunda se reportó un avance cercano al 47 por ciento. En cuanto a la participación de PEMEX en el total de ingresos del Gobierno Federal, ésta se mantuvo en alrededor del 40 por ciento. En materia internacional, el

acuerdo de San José inició su séptimo año de operaciones y México continuó suministrando crudo a casi todos los países beneficiarios canalizando un porcentaje de la factura petrolera para financiar operaciones de comercio y proyectos de desarrollo económico. Durante el año, el volumen promedio de crudo exportado a los países del acuerdo fue de 46 mil barriles diarios. La balanza comercial de la industria petrolera registró un saldo favorable de 5,542 millones de dólares, lo que significó una disminución de alrededor de 8,500 millones en relación a lo obtenido en 1985. En 1986, los principales cinco clientes de las exportaciones de petróleo fueron: Estados Unidos, España, Japón, Francia e Israel, que conjuntamente representaron alrededor de 90 por ciento del volumen total exportado. Cabe señalar el incremento observado en las exportaciones de energía eléctrica, ya que pasaron de 114 Gwh en 1985 a 1,461 Gwh en 1986<sup>43</sup>. En 1986, se substituyó parte del combustible por 70 millones de pies cúbicos diarios de gas natural en la central termoeléctrica Valle de México. También en 1986, el Gobierno Federal asumió el 82% del pasivo externo de la CFE<sup>44</sup>; las transferencias del Gobierno Federal dentro de los ingresos totales del subsector eléctrico pasaron de 32.3% en 1983 a cerca de 16% a junio de 1988.

En 1987 la producción de crudo creció 4.7 por ciento en relación a 1986, situándose en promedio en 2,541 millones de barriles diarios. Los nuevos hallazgos petroleros permitieron compensar en parte los volúmenes extraídos y al finalizar el año las reservas probadas de hidrocarburos ascendieron a 69,000 millones de barriles, apenas 1.4 por ciento menores al registro del año anterior. La producción de gas natural se incrementó en 1.9 por ciento, al alcanzar en promedio 3,498 millones de pies cúbicos diarios, logrando revertir la tendencia observada desde 1983. Por su parte, las ventas de gasolinas crecieron 4.6 por ciento respecto a 1986, alcanzando un promedio de 348 mil barriles diarios, mientras que las de diesel prácticamente no se modificaron respecto a 1986. En cambio, las ventas internas de gas licuado disminuyeron por segundo año consecutivo, al situarse para 1987 en 174 mil barriles diarios, cifra menor a la del año previo en 0.6 por ciento, como resultado del ajuste de los precios internos, de medidas de regulación, y su consecuente repercusión en los niveles de demanda. Las ventas de gas

<sup>43</sup> ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1985, vol. 19 Plan Nacional de Desarrollo . Informe de Ejecución 1988, pp. 304-315.

<sup>44</sup> *ibid*, *idem*.

natural presentaron un nivel similar al de 1986, situándose en 1,177 millones de pies cúbicos diarios. La industria eléctrica registró un incremento de 8.5 por ciento en su capacidad instalada, alcanzando 23,404 Mw. Las ventas totales de electricidad ascendieron a 79,491 Gwh, 7 por ciento más que en 1986<sup>49</sup>.

Pasando a hacer una evaluación del desempeño del sexenio frente a las metas propuestas por el Programa Nacional de Energéticos se observa que la producción de crudo en el periodo 1982-1988 mostró una ligera tendencia a la baja; el menor nivel se registró en 1988 que fue de 2'428,000 barriles diarios, recuperándose en 1987 y 1988 al regresar a volúmenes en torno a los 2'500,000 barriles diarios. Tal comportamiento se vio influido por las reducciones en la plataforma de exportación y la lenta evolución que observó la demanda interna.

La producción de gas natural registró en el periodo una constante caída, a una tasa media anual negativa de 3.2%, como resultado que la mayor parte se extrae asociado al crudo; en 1986 el nivel mínimo alcanzado fue de 3,431 millones de pies cúbicos diarios, recuperándose ligeramente hasta cerca de 3,500 millones de pies cúbicos diarios. La aportación promedio del gas asociado fue de 83% y del no asociado 17%.

El nivel de las reservas probadas totales de hidrocarburos en 1982 fue de 72,000 millones de barriles, y para finales de 1987, éstas se ubicaron en 69,000 millones de barriles. Los nuevos hallazgos realizados permitieron compensar en parte los casi 5,000 millones de barriles extraídos entre 1983 y 1987.

La capacidad instalada para la obtención de refinados creció de 1.621 millones de barriles diarios en 1982 a 2.065 millones de barriles diarios estimada para 1988; en el caso del crudo, la capacidad pasó de 1.270 millones de barriles diarios a 1.514 millones de barriles diarios y para el procesamiento de líquidos, de 0.351 millones de barriles diarios a 0.551

---

<sup>49</sup> ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1985, vol. 20 Plan Nacional de Desarrollo . Informe de Ejecución 1987, pp. 250-258.

millones de barriles diarios.

Para la rama eléctrica, la capacidad instalada de generación se incrementó en 6,575 Mw, es decir un 35.7%, al pasar de 18,390 Mw a 24,965 Mw; un 92.8% de la meta propuesta por el PRONE (26,982 Mw).

Del aumento, 3,203 Mw correspondieron a fuentes alternas y 3,372 Mw a unidades termoeléctricas convencionales, que disminuyeron su participación de 61.6% en 1982 a 59% en 1988.

En termoeléctricas a base de hidrocarburos, al finalizar la administración del Presidente De la Madrid la capacidad instalada llegó a 14,707 Mw; para las hidroeléctricas, los 1,154 Mw adicionales significan un aumento de 17.6%, si bien su importancia relativa disminuyó de 35.6% a 30.8% entre un año y otro; en carboeléctricas, se agregaron 900 Mw y su participación en el total subió de 1.6% a 4.8%; en geotermoeléctricas, el incremento fue importante, pasando de 205 Mw a 700 Mw y su participación aumentó de 1.1% a 2.8%. En 1988 se concluyó la primera unidad de la central nucleoeléctrica de Laguna Verde, con 654 Mw. Adicionalmente se dejaron en construcción más de 15 centrales que significan más de 6,000 Mw de capacidad conjunta.

La generación bruta de electricidad durante el periodo 1982-1988, observó un crecimiento medio anual cercano a 5.5%, para llegar a los 100,623 Gwh en 1988, que se aproxima al 95% de lo previsto en el PRONE.

La comercialización interna de productos petrolíferos registró una tasa de crecimiento promedio anual de 1.5%, frente a una de 7.5% para el lapso 1976-1982. La estructura de las ventas para 1988 fue: combustóleo 34%, gasolinas 30%, diesel y gas licuado 15% en cada caso, y 6% en otros productos.

Durante el periodo la comercialización de combustóleo se incrementó al 6.8% anual, originado por el alto requerimiento de la Comisión Federal de Electricidad para la generación de electricidad, que significa poco más del 60% de la demanda del producto; las gasolinas mantuvieron el nivel de 1982, el gas licuado creció en 4.9% y el diesel cayó 3.2%. Las ventas de gas natural experimentaron una baja de poco más de 3%.

Las ventas internas de electricidad en el periodo 1982-1988 mostraron un crecimiento medio anual de 4.7% que contrasta con el 8.4% observado de 1976 a 1982. Incluyendo exportaciones el crecimiento es de 5.1% anual para alcanzar el 94% de la meta establecida en el PRONE (88,452 Gwh).

El número de usuarios del servicio eléctrico pasó de 11 millones en 1982 a casi 15 millones en 1988, lo que da un promedio de poco más de 600,000 usuarios incorporados al año.

Para 1988 se estima que se alcanzará un ahorro de 110,000 barriles diarios de petróleo crudo equivalente, que representan 55% de la meta prevista. El sector industrial paraestatal contribuye con el 72.7% del total previsto, el privado con 11.8% y el sector de los transportes 15.5%.

En productividad, la quema de gas que en 1982 fue de 638.1 MMPCD, 15% de la producción, y en 1988 se quemaron 174.4 MMPCD, equivalente al 5% de la producción.

La utilización de la capacidad instalada para la refinación de hidrocarburos pasó de 77.1% en 1982, a 80.6% en 1984 (nivel más alto), y en mayo de 1988 se situó en 72% como resultado de la ampliación de la capacidad instalada en la 2a. etapa de la refinería de Tula, con 165 mil barriles diarios.

Durante el lapso de 1983 a 1987, el comportamiento del consumo de energía observó una trayectoria similar a la del PIB, con incrementos en 1984, 1985 y 1987, y caídas en 1983 y 1986.

Al finalizar 1988 se contó con una capacidad de generación eléctrica a base de fuentes alternas de 10,258 Mw, que representan el 41% del total de la capacidad instalada. De ese total corresponden 7,704 Mw a las centrales hidroeléctricas, 1,200 a las termoeléctricas, y 700 Mw a las geotermoelectricas. Entre los proyectos más importantes concluidos en el periodo destacan las hidroeléctricas de Peñitas, en Chiapas (420 Mw) y el Caracol, en Guerrero (594 Mw); las 3 últimas unidades de la termoeléctrica

Rfo Escondido (900 Mw) y las geotermoelectricas de Cerro Prieto II (220 Mw), Cerro Prieto III (220 Mw), Tejamaniles (50 Mw) y Los Azufres (5 Mw).

En investigaci3n, se concluy3 la construcci3n del aerogenerador F3nix con capacidad de 1 Kw. Lo cual permite contar con una fuente alterna de energfa para abastecer localidades alejadas de los centros de distribuci3n y consumo de energfa el3ctrica, a un costo m3s bajo que el que significarfa desplegar lneas de transmisi3n el3ctrica hasta esas alejadas comunidades donde el n3mero de usuarios no permite recuperar los costos de instalaci3n de electricidad convencional.

En el lapso 1983-1987, PEMEX proporcion3 en promedio 43% del total de ingresos presupuestales del Gobierno Federal.

En lo que respecta al gasto programable del sector energ3tico se observ3 un importante rezago, particularmente en lo que se refiere a inversi3n.

Entre 1984 y 1987 la inversi3n se limit3 al 55.6% de lo programado originalmente, y su participaci3n en el total de los egresos programables del sector se redujo de 49% en 1984 a 39% en 1987. La inversi3n realizada represent3 solamente el 31.7% de la ejercida en 1981, calculada en t3rminos reales a pesos constantes de 1984.

En el lapso de 1983 a 1988, los ingresos por concepto de exportaciones petroleras sumaron cerca de 70,000 millones de d3lares. Los 5 clientes principales fueron EEUU, Espa1a, Jap3n, Francia, y Reino Unido, que conjuntamente representaron un poco m3s de 80% del volumen total exportado<sup>40</sup>.

En otro orden de ideas, es importante se1alar la importancia del Plan de Expansi3n del Sector El3ctrico (PESE), el cual constituye un instrumento con el cual la Comisi3n Federal de Electricidad contempla planificar su desarrollo para un periodo hasta de 30 a1os. El PESE permite a la Comisi3n Federal de Electricidad analizar con anticipaci3n las situaciones que pueden llegar a presentarse y para las que requiere definir los lineamientos del

---

<sup>40</sup> ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1985, vol. 21 Plan Nacional de Desarrollo . Informe de Ejecuci3n. Avance 1988 y Balance Sexenal, pp. 303-313.

desarrollo de los sistemas eléctricos; establece además una estrategia que se enmarca en el Plan Nacional de Desarrollo. La estrategia energética busca aumentar la capacidad de respuesta del sector con un margen suficiente de manobra para que, en los plazos mediano y largo, pueda satisfacer los requerimientos internos de energía, incrementar la capacidad instalada y ampliar su apoyo al resto de la economía. La Comisión Federal de Electricidad realiza estudios prospectivos que le permiten conocer la demanda de energía eléctrica que requiere satisfacer. Es a través de la previsión y la investigación del mercado que se pueden realizar pronósticos de demanda, con objeto de proporcionar al servicio eléctrico con calidad adecuada y a la magnitud solicitada por los consumidores. El Desarrollo del Mercado Eléctrico, por su parte, es un documento que muestra los valores de demanda máxima y de energía necesaria anual que se espera tendrán las diferentes áreas y sistemas eléctricos del país en la próxima década. La planificación de los recursos que requiere el sector eléctrico es imprescindible, ya que el proceso que va desde la elaboración del anteproyecto, el proyecto, la construcción y el arranque de centrales generadoras puede durar unos ocho años. Dado que estos estudios sirven como base para la elaboración de un documento de planeación llamado Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE), es necesario obtener las estimaciones de demanda a un nivel de desagregación geográfica que permita definir de modo óptimo la localización y el tamaño de las centrales de generación, así como de las subestaciones y líneas requeridas. El POISE contiene proyectos de generación, transmisión y distribución para los próximos diez años. Este programa se define a partir de las posibles actuaciones del sector a largo plazo, que abarcan un horizonte de hasta treinta años. De acuerdo con lo previsto en el POISE la capacidad instalada para 1996 será de 39,665 Mw. Para cumplir con este programa en el periodo 1987-1996 se requiere construir 3,377 Mw en hidroeléctricas con los proyectos Agua Prieta, Comedero, Chilatán, Aguamilpa, Zimapán, Tetelcingo, Temascal II, Huites y Santa Cruz.

Respondiendo al llamado del Programa Nacional de Energéticos, la Comisión Federal de Electricidad elaboró el Programa Nacional del Uso Racional de Energía (PRONURE), el cual ha obtenido resultados fundamentalmente en el área de autoconsumo para la generación de energía. Sin embargo, aún queda

mucho por hacer en cuanto a crear conciencia en el público usuario de la importancia que el uso racional y eficiente de la energía tiene para el país.

En 1981, con el antecedente de la central piloto carboeléctrica de Nava, Coahuila, se puso en operación la Carboeléctrica de Río Escondido, Coahuila, que utiliza como energético primario las reservas de carbón mineral que existen en la zona. Se plantean, asimismo, que se seguirá utilizando el carbón para producir electricidad en las Carboeléctricas II y III de Río Escondido, Coahuila, lo cual ya es una realidad. Actualmente se está construyendo la cuarta unidad, la cual al igual que las otras tres tendrá una capacidad de 300 Mw, y se llegará a una capacidad instalada de 1,200 Mw. Se manifiesta que se explotará la energía geotérmica con 375 Mw de los proyectos Azufres, Humeros, Primavera, Tejamaniles, Cerro Prieto IV, Maritaro y Chino. También se establece que se terminará la segunda unidad de la nucleoeeléctrica Laguna Verde con 654 Mw de capacidad.

Se declara la intención de iniciar la aplicación de quemadores duales (carbón o combustóleo) con 4,300 Mw en las centrales Lázaro Cárdenas, Puerto Altamira y Colmi. Finalmente, el desarrollo de los hidrocarburos deberá ser de 4,642 Mw, conformados por la construcción de las unidades tercera y cuarta de la planta Libertad, la segunda unidad de la planta Manzanillo y las Centrales Rosarito II, Valladolid, López Mateos, Lerdo, Tuxpan, Mérida II, Topolobampo II, Ensenada, Libertad II y Peninsular (ver tabla 4, del capítulo 1).

En el mismo periodo se han de retirar de operación 233 Mw de unidades a base de hidrocarburos.

En diciembre de 1986 el 62.5% de la capacidad instalada para generación de energía eléctrica consumió hidrocarburos; para 1990 se deberá reducir al 60% y en 1996 al 47%. El carbón, que en 1986 representó el 4%, para 1996 deberá generar el 8%. La geotermia, que actualmente representa el 2%, contribuirá con el 3% de la capacidad instalada en 1996 y la Central Nucleoeeléctrica de Laguna Verde representa en 1989 el 2.8% con la primera unidad, y con las dos unidades en operación en 1996, aportará aproximadamente el 3.4% del total instalado.

Para hacer frente a los requerimientos energéticos futuros y alcanzar los objetivos planteados en el Programa, el sector eléctrico cuenta con importantes recursos reales y potenciales. De esta manera, existe capacidad geotérmica potencial para instalar 3,900 Mw; se cuenta con una reserva probada de carbón de 643 millones de toneladas para lograr una capacidad de 5,500 Mw, (actualmente sólo se utiliza el 29.7% de esa capacidad), se cuenta, además, con un amplio potencial de energéticos de fuentes no convencionales actualmente poco desarrolladas.

Para corregir esta situación, el 20 de agosto de 1986 el Gobierno Federal absorbió el 82% de la deuda externa de la Comisión Federal de Electricidad, que ascendía a 10,000 millones de dólares. Esto hará posible que, siempre y cuando se mantenga la política de tarifas reales, basadas en los costos de producción, la situación financiera de la entidad sea sana y permita contar con los recursos necesarios para garantizar la prestación del servicio público de energía eléctrica.

#### RECURSOS HUMANOS

La población laboral de la Comisión Federal de Electricidad en 1986 era la siguiente: 90,133 trabajadores en total; de ellos, 46,219 permanentes, 14,945 temporales y 28,969 eventuales de la construcción. En el Distrito Federal se localizaban 9,962 trabajadores, esto es el 11% y el resto en todo el territorio nacional.

La tasa media anual de crecimiento de la población laboral de la Comisión se ha mantenido a un ritmo decreciente en los últimos años, en virtud de los avances tecnológicos y del notable aumento de los índices de productividad que han permitido reducir la contratación. El número de trabajadores que requiere la institución depende, en gran medida, de los programas de desarrollo eléctrico que, a su vez, están condicionados a las perspectivas de la economía nacional.

## RESUMEN

Algunos logros dignos de mención que se derivan de alguna manera de este periodo son los siguientes: En energía eléctrica, en sólo 13 años, de 1970 a 1983, se triplicó la capacidad instalada, se estructuró el sistema interconectado nacional y se amplió la cobertura a 20 millones de usuarios<sup>47</sup>. Para 1986, la CFE tenía una capacidad instalada de 21,266 Mw -con los que generó en 1986 un total de 89,383 Gwh<sup>48</sup> y ocupaba (sin considerar a la compañía de Luz y Fuerza del Centro) a más de 90,000 trabajadores<sup>49</sup>. 6,532 Mw corresponden al Sistema Hidroeléctrico y 14,734 al Sistema Termoeléctrico, representando este último el 69.3% del total<sup>50</sup>. Una de las últimas plantas hidroeléctricas importantes que la CFE tiene programado construir es la de Agua Milpa, en el estado de Nayarit, que sería del orden de los 900 Mw, para la cual en mayo de 1989 se otorgó un crédito a México por \$1,960 millones de dólares, para financiar la construcción de ese proyecto así como el proyecto de Zimapán, en el estado de Hidalgo.

La generación hidroeléctrica en México pasa por una época difícil ya que es afectado por factores fuera de su control. Uno de ellos es la sobrepoblación del centro del país, de tal manera el agua que anteriormente se utilizaba para generar energía hidroeléctrica en el Sistema Miguel Alemán y que se almacenaba en los vasos de Villa Victoria y Valle de Bravo, se usa actualmente para abastecer a la ciudad de México, con la consiguiente pérdida de generación hidroeléctrica en ese sistema. Ya se habla en el futuro de utilizar las aguas del río Amacuzac y las del Sistema Hidroeléctrico de Necaxa para los mismos fines<sup>51</sup>.

En cuanto a la energía geotérmica es de destacar que durante la administración del presidente De la Madrid entraron en operación Cerro Prieto II y Cerro Prieto III, cada una con dos unidades. Mediante el

---

<sup>47</sup> Programa Nacional de Energéticos, op. cit. pág. 4.

<sup>48</sup> Gwh es la abreviatura de Giga-watt-hora, es decir, 1,000 Mw hora o 1,000 millones de watts por hora.

<sup>49</sup> Rev. INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA, número dedicado al 50 ANIVERSARIO DE LA C.F.E., Septiembre-Octubre de 1987, pág. 3.

<sup>50</sup> op. cit., pág. 14.

<sup>51</sup> Rev. Ingeniería Mecánica y Eléctrica, op. cit., pág. 13.

aprovechamiento de este recurso natural, actualmente se cuenta con una capacidad total de 535 Mw.

Por lo que respecta a gas, en 1983 la red de gasoductos llegó a 12,370 kilómetros y se encontraban en la etapa de diseño o en construcción 5,000 más<sup>52</sup>.

En lo referente a hidrocarburos cabe agregar que México ocupa el 5o. lugar en reservas petroleras en el mundo y el 4o. en producción.

#### 4.5 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1989-1994.

El Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994 fue elaborado por la administración del Lic. Carlos Salinas de Gortari y fue dado a conocer recientemente el 31 de mayo de 1989. Este Plan responde a la obligación constitucional y que establece la Ley de Planeación de elaborar un Plan Nacional dentro de los primeros seis meses de la Administración, y enviarlo al H. Congreso de la Unión para que éste proceda a su examen y revisión<sup>53</sup>.

El Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994 se propone avanzar hacia el logro de cuatro objetivos fundamentales: Primero, defender la soberanía y preservar los intereses de México en el mundo; segundo, ampliar la vida democrática en el país; tercero, recuperar el crecimiento económico con estabilidad de precios; y, cuarto, elevar, productivamente, el nivel de vida de los mexicanos<sup>54</sup>.

---

<sup>52</sup> Ponencia del Lic. Elisen Mendoza Berrueto, entonces subsecretario de energía de México, en el Seminario sobre Estudios Internacionales del Gas Natural, celebrado en El Colegio de México del 3 al 5 de mayo de 1984, publicada en la Revista COMERCIO EXTERIOR, del Banco Nacional de Comercio Exterior, de mayo de 1984.

<sup>53</sup> PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1989-1994, Secretaría de Programación y Presupuesto, México, 1a. edición, mayo de 1989, pág. xi.

<sup>54</sup> op. cit., pág. xv.

Se menciona específicamente al petróleo y la electricidad como recursos de importancia estratégica para el país. Se plantea que por ser el petróleo un recurso limitado se promoverá su ahorro y utilización más racional; además se menciona que se ampliará la capacidad de generación de electricidad ya que es la base de la actividad económica. Un objetivo a mediano plazo es buscar la autosuficiencia financiera, mediante mayor eficiencia operativa y precios adecuados a los costos. Por otra parte se manifiesta que se le prestará atención especial a la modernización de las empresas públicas.

El capítulo 5 del Plan denominado ACUERDO NACIONAL PARA LA RECUPERACION ECONOMICA CON ESTABILIDAD DE PRECIOS, contiene una sección (5.3) llamada Modernización Económica, la cual incluye dos subsecciones que tienen por títulos Uso eficiente de los recursos escasos (5.3.3) y Ampliación prioritaria de la infraestructura, cada una de las cuales contiene un rubro que es de especial interés para la planeación energética en México, estos son Extracción y uso de los hidrocarburos (5.3.3.3) e Infraestructura Energética (5.3.4.2). En el primero de ellos, se menciona que el petróleo es una de nuestras principales riquezas y que este recurso seguirá siendo propiedad de la Nación, y su control y explotación permanecerán reservados al Estado. Las reservas probadas de hidrocarburos se estiman en 69 mil millones de barriles de petróleo equivalente; también se menciona que pese a su relativa abundancia, al cabo de algunos decenios los hidrocarburos serán escasos en el país y en el mundo, por lo cual deberá promoverse su utilización cada vez más racional y su ahorro en congruencia con los avances tecnológicos. Se plantea que hay que moderar el uso de los hidrocarburos en la generación de energía eléctrica, y sustituirlos gradualmente por otras fuentes primarias, sin mencionar cuales en particular se tiene programado<sup>58</sup>. En el segundo rubro, Infraestructura Energética, se subraya la importancia de la energía en el crecimiento económico ya que el aprovechamiento de las fuentes energéticas ha dado lugar a obras de infraestructura, y su operación ha propiciado el desarrollo en diversas regiones y en todos los sectores de la actividad nacional. Se predice que durante los próximos años, el abasto de energía será indispensable para alcanzar las metas de crecimiento, por lo cual resulta de importancia fundamental asegurar la infraestructura necesaria para la generación de energía. El Plan indica que los objetivos

---

<sup>58</sup> op. cit., pág. 79.

nacionales en materia de energía -dentro de los que destacan la satisfacción de la demanda nacional y el ahorro en su utilización- requieren una ampliación en la capacidad de producción y transformación de hidrocarburos y un aumento en las inversiones para generar más electricidad, de manera que la actividad económica y social no se vea frenada por limitaciones en la oferta. Se declara asimismo que el Estado se reserva el campo de la electricidad para servicio público, en los términos que señala la Constitución. Se hace énfasis en la necesidad de llevar a cabo una política de precios congruentes con el valor de los recursos incorporados en su proceso productivo. Se señala que en México el uso de energía por unidad de producción va en aumento, lo cual es indicativo de una situación de desperdicio de recursos energéticos. Finalmente, en esta sección se apunta la necesidad de preservar la calidad del medio ambiente al mismo tiempo que se amplía la capacidad de producción de los energéticos.

A primera vista el Plan se percibe como muy abstracto, lleno de macroposiciones pero sin detalles de cómo se lograrán los objetivos planteados. Sin embargo, en su último capítulo (7 SISTEMA NACIONAL DE PLANEACION DEMOCRATICA) se explica esta situación ya que menciona en su primera sección (7.1 Los Niveles de la Planeación) que el Plan Nacional de Desarrollo es el documento rector del Sistema Nacional de Planeación Democrática<sup>57</sup> y que fija los objetivos y las estrategias que norman a las políticas sectoriales de los programas nacionales de mediano plazo, los regionales y los especiales que se determine formular para concretar las políticas del Plan. Se especifica que los programas regionales atienden al diseño de políticas en ámbitos territoriales con problemas y características comunes y que abarcan a zonas de varias entidades federativas. Los programas especiales, por su parte, engloban propósitos y políticas de varios sectores de la Administración Pública Federal<sup>58</sup>. A nivel nacional, los programas operativos anuales proporcionan la dimensión temporal de la programación sectorial. Estos programas constituyen el puente necesario

---

<sup>57</sup> El cual no está definido formalmente en el documento, sino que se señala que se constituye por un conjunto de relaciones entre las diversas dependencias y niveles de gobierno y las agrupaciones e individuos de la sociedad.

<sup>58</sup> op. cit., pág. 133.

entre las estrategias y prioridades generales de los programas de mediano plazo y las acciones concretas a realizar en un año determinado.

Los Programas Nacionales de Mediano Plazo del Sistema Nacional de Planeación Democrática para el periodo 1989-1994 que se formularán son los siguientes:

- Salud
- Modernización Educativa, Cultural y del Deporte
- Procuración e Impartición de Justicia del Gobierno Federal
- Desarrollo Urbano
- Vivienda
- Protección del Medio Ambiente
- Modernización del Abasto
- Capacitación y Productividad
- Modernización del Campo
- Aprovechamiento del Agua
- Modernización de la Pesca
- Ciencia y Modernización Tecnológica
- Modernización Industrial y del Comercio Exterior
- Modernización de la infraestructura del Transporte
- Modernización del Transporte
- Modernización de las Telecomunicaciones
- Modernización Energética
- Modernización de la Minería
- Modernización del Turismo
- Modernización de la Empresa Pública
- Financiamiento del Desarrollo.

Estos programas deberán ser publicados a lo largo de 1989, salvo determinación expresa del Ejecutivo Federal.

## CAPITULO 6. LEYES, REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES EN VIGENCIA EN MATERIA ENERGETICA NUCLEAR.

**RESUMEN:** En este capítulo se aborda el aspecto específico de la planeación nuclear y sus particularidades. Se propone la creación de la Comisión Federal Nuclear y se esbozan las funciones que cumpliría.

### 6.1 CRONOGRAFIA DE DECRETOS, LEYES Y REGLAMENTOS EN MATERIA NUCLEAR EN MEXICO.

Es importante resumir en una cronografía los diversos decretos, leyes, y reglamentos en materia nuclear tenemos que han existido en México:

- 1) El 17 de septiembre de 1945 se publicó en el Diario Oficial de la Federación una declaratoria que incorporó a las reservas mineras nacionales los yacimientos de uranio, torio, actinio y demás elementos radioactivos, y los de las sustancias minerales de las cuales puedan obtenerse.
- 2) El 15 de noviembre de 1946 se publicó en el Diario Oficial el decreto que destina -en lo sucesivo- el uranio, actinio y demás elementos con propiedades radioactivas, a los fines que indica la fracción III del artículo 126 de la Ley Minera.
- 3) El 31 de diciembre de 1949 se expidió la "Ley que declara reservas mineras nacionales los yacimientos de uranio, torio y demás sustancias de las cuales se obtengan isótopos hendibles que puedan producir energía nuclear." Esta ley se publicó en el Diario Oficial el día 26 de Enero de 1950.
- 4) El 17 de Enero de 1952 se publicó en el Diario Oficial el reglamento de la Ley mencionada en el apartado anterior.
- 5) El 21 de Junio de 1952 se publicó en el Diario Oficial la declaratoria que incorpora a las reservas mineras nacionales el berilio que se encuentra en yacimientos en terreno libre en toda la república.

Capítulo 6. Leyes, Reglamentos y Disposiciones en vigencia en materia Energética Nuclear.

---

- 6) El 31 de diciembre de 1955 se publicó en el Diario Oficial la "Ley que crea la Comisión Nacional de Energía Nuclear."
- 7) El 12 de enero de 1972 se publicó la "Ley Orgánica del Instituto de Energía Nuclear."
- 8) El 31 de diciembre de 1974 se publica en el Diario Oficial la "Ley de Responsabilidad Civil por daños nucleares."
- 9) El 6 de Febrero de 1975 fue publicada en el Diario Oficial una "Declaratoria por la que se adiciona el párrafo sexto y un séptimo párrafo al artículo 27, y se adiciona la fracción X del artículo 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos."
- 10) El 26 de enero de 1979 se publica en el Diario Oficial la "Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional en materia nuclear."
- 11) El 4 de febrero de 1985 se publicó en el Diario Oficial otra "Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional en materia nuclear."

Pasando ahora a hacer un análisis de las leyes antes mencionadas, tenemos que:

- 1) En la "Ley que declara reservas mineras nacionales los yacimientos de uranio, torio y demás sustancias de las cuales se obtengan isótopos hendibles que puedan producir energía nuclear"(1949) no hubo una reglamentación acerca de la utilización de los materiales fisionables ahí mencionados.
- 2) Por otra parte, en el Reglamento de la misma Ley (1952) se designó a la Comisión de Fomento Minero para explotar los minerales radioactivos, o para otorgar concesiones. Sin embargo, en el Reglamento no se menciona nada sobre la exploración ni sobre el uso de los minerales radioactivos; sólo dice que se podrán transferir a personas o instituciones que deseen utilizarlos con fines terapéuticos, industriales o científicos.
- 3) En la "LEY QUE CREA LA COMISION NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR" (1955) se contempla un panorama más amplio en cuanto a las funciones que en el área deben realizarse; quedan fuera de la Ley funciones tales como la fabricación de elementos combustibles y en general de todo el "ciclo

del combustible,"<sup>1</sup> con excepción de la exploración y la explotación.

La utilización de reactores nucleares queda delineada en términos vagos, pues se le asigna a la Comisión Nacional de la Energía Nuclear -CNEN- "el control, la vigilancia, la coordinación, el fomento y la realización de la producción y uso de energía nuclear, destinada primordialmente a satisfacer las necesidades nacionales" sin especificar hasta dónde llega la CNEN y en dónde comienza la Comisión Federal de Electricidad en lo que se refiere a plantas nucleoelectricas.

- 4) En cuanto a la "Ley Orgánica del Instituto Nacional de Energía Nuclear" (1972) se observa que derogó tanto la "Ley de la Comisión Nacional de Energía Nuclear" como la "Ley que declara reservas mineras nacionales los yacimientos de uranio, torio y demás sustancias de las cuales se obtengan isótopos hendibles que puedan producir energía nuclear."

Incorporó algunos aspectos que habían estado olvidados en la Ley de la CNEN, especialmente aspectos del ciclo del combustible y de la seguridad, sin embargo, no sólo no completó todo lo que faltaba por legislar, sino que olvidó algunos rubros que ya trataba la Ley de la CNEN. De esta forma, la Ley del INEN marcó un avance en algunos aspectos y a la vez un retroceso en otros.

Aparentemente, la preocupación principal detrás de la Ley del INEN era la de cubrir el vacío legislativo que se evidenciaba ante el proyecto de Laguna Verde, ya iniciado en esas fechas.

Al respecto del ciclo del combustible, la responsabilidad quedó bien establecida, correspondiendo al INEN todos los procesos, desde la exploración de minerales radioactivos hasta el reprocesamiento de los combustibles irradiados.

Con relación a los reactores nucleares, sólo en forma indirecta se le asignaron funciones referentes a las autorizaciones, pero no se mencionan las actividades de investigación y desarrollo de las tecnologías asociadas a los mismos reactores, ni los aspectos de construcción de plantas nucleoelectricas. Adicionalmente, no se le

---

<sup>1</sup> El ciclo del combustible comprende el proceso que va desde la localización de los minerales radioactivos, su extracción o importación, su procesamiento, su almacenamiento, su utilización, su reproceso y deshecho definitivo.

- dieron al INEN funciones de investigación y desarrollo en ningún campo, ya que únicamente se le facultó para impulsar la investigación nuclear en universidades, institutos o centros de enseñanza superior.
- 5) Es importante mencionar en qué consistieron las adiciones de febrero de 1975 a los párrafos sexto y séptimo del artículo 27, así como la fracción X del artículo 73 de la Constitución. Como es sabido, el artículo 27 habla acerca de la propiedad de la Nación sobre las tierras, aguas y productos del subsuelo; pues fue recién en esta fecha en que se elevó a rango constitucional el dominio de la Nación sobre los minerales radioactivos y su uso. Textualmente dice el párrafo sexto del artículo 27:

"tratándose del petróleo y de carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos, o de minerales radioactivos, no se otorgarán concesiones ni contratos, ni subsistirán los que, en su caso, se hayan otorgado y la Nación llevará a cabo la explotación de estos productos, en los términos que señale la Ley Reglamentaria respectiva. Corresponde exclusivamente a la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación del servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares, y la Nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines."

Respecto del párrafo séptimo, éste quedó como sigue:

"Corresponde también a la Nación el aprovechamiento de los combustibles nucleares para la generación de energía nuclear y la regulación de sus aplicaciones en otros propósitos. El uso de la energía nuclear sólo podrá tener usos pacíficos."

Por otra parte, el artículo 73 habla acerca de las facultades del Congreso de la Unión, y la fracción X quedó como sigue:

" [El Congreso tiene facultad...] para legislar en toda la República sobre hidrocarburos, minería, industria cinematográfica, comercio, juegos con apuestas y sorteos, instituciones de crédito, energía eléctrica y nuclear, para establecer el Banco de Emisión Único en los términos del artículo 28 y para expedir las leyes del trabajo reglamentarios del artículo 123;"

La incorporación de estos preceptos a la constitución puso las bases para el uso de la energía nuclear en beneficio de la Nación.

La inclusión en el artículo 27 Constitucional hizo necesaria la formulación de una Ley Reglamentaria.

Esta reglamentación en materia nuclear no tenía carácter de urgente, puesto que la Ley Orgánica del INEN cubría parcialmente este vacío al reglamentar las áreas de mayor urgencia.

- 6) Es posible observar que en nuestro país el conocimiento y la preocupación por los asuntos de la energía nuclear se empezó a hacer manifiesta desde mediados de la década de los 70. Cuando en diciembre de 1977 se envió a la Cámara de Senadores una iniciativa de la Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional en materia nuclear, pese a contener graves irregularidades fue aprobada sin mayores cambios por la Cámara de Senadores y luego turnada a la Cámara de Diputados, ocasión en que los sectores científicos y obreros, entre otros, manifestaron su preocupación y protesta por lo que consideraban que la propuesta tenía de descuidos y falta de precisión que, en un momento dado, podrían afectar sus intereses de grupo.

En la Cámara de Diputados se optó por detener la iniciativa para analizar más profundamente sus implicaciones y estudiarla en un período de sesiones posterior.

A pesar de la oposición encontrada se resolvió aprobar dicha iniciativa, y así el 26 de Enero de 1979 fue publicada en el Diario Oficial de la Federación como "Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear."

Sin embargo, el hecho de haberse promulgado dicha Ley Reglamentaria no significó de ninguna manera que los sectores afectados quedaran conformes.

Entre los aspectos más notorios que caracterizan esta Ley figuran las siguientes:

- disociar la investigación y desarrollo de la producción; proceso que invariablemente tiende a la carencia de tecnología propia y a la realización de investigación sin desarrollo y sin metas asociadas a la realidad del país. Lo cual conduciría a una situación como la que experimenta la industria eléctrica, donde se importa una gran parte de componentes y aquello que se compra localmente viene a ser lo que las empresas transnacionales decidieron que les convenía más fabricar localmente.
- permitir el contratismo, contraviniendo los muy claros preceptos del artículo 27 Constitucional (los artículos 3,7,9, y 11 hablan explícitamente sobre los contratos que se podrían otorgar.
- en materia laboral, la Ley daba origen a tres organismos, dos de ellos comprendidos en el apartado "B" <sup>2</sup>del artículo 123 Constitucional y uno en el apartado "A" <sup>3</sup>de dicho artículo, pese a que todas las funciones y estructuras de los organismos creados correspondan al apartado "A", con excepción de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, a la que por sus funciones de autoridad le correspondería el apartado "B."

Por otra parte, también lesionaba los derechos laborales al definir al personal de confianza del INEN, abarcando a más del 50% del personal que labora en el Centro Nuclear, lo cual contraviene los

---

<sup>2</sup> para empleados de gobierno.

<sup>3</sup> para empleados de empresas privadas.

principios de defensa de los derechos laborales colectivos que deben corresponder al sindicato ya que al agrupar éste a menos de la mitad de los trabajadores no tiene la fuerza necesaria para la negociación; y, finalmente, en sus artículos transitorios abría las puertas para que, al seleccionar al personal que labore en los nuevos organismos que se pudiera crear, se deje fuera a parte del personal del INEN, con la sólo condición de ser "indemnizado de conformidad con la Ley..."

Si tomamos en cuenta la letra y el espíritu del artículo 27 Constitucional en materia nuclear, se contempla la necesidad de tener una industria nuclear completa e integrada que fundamentalmente incluya la industria del ciclo de combustible, la industria de plantas nucleares y la industria de las aplicaciones de la energía nuclear.

En este punto es posible destacar las graves carencias de que adolecía esta Ley:

- i) No se establecía como responsabilidad de ningún organismo, la investigación y desarrollo de tecnología de reactores nucleares, ni la preparación de cuadros para administrar proyectos de construcción de plantas nucleares.

Tampoco establecía responsabilidad para impulsar la fabricación nacional de componentes de reactores, pese a que el artículo 11 menciona la "...promoción de fabricación y construcción de componentes nucleares...", en un contexto vago, que aparentemente se refiere sólo a las componentes que intervienen en el ciclo del combustible, además de no señalar que la promoción debería ser dirigida a empresas nacionales.

- ii) Quedaba fuera de los organismos creados la función de producir, importar, exportar, acondicionar y distribuir los radiisótopos y las fuentes de radiación, con lo que se abría la posibilidad de que estas actividades quedasen en manos privadas.
- iii) La Ley en cuestión no reglamentaba la importación, exportación o posesión de materiales radioactivos ni de reactores nucleares, por lo que el manejo y posesión de radiisótopos y reactores de investigación se abre a la industria privada. Tampoco se excluía a los particulares de la exportación e importación de minerales radioactivos (o materia nuclear). Sin embargo, lo más probable es que quienes podrían hacer uso de estas opciones son las

compañías transnacionales, ya que al no existir reactores nucleares de la iniciativa privada en México y al no haber fabricación nacional de los mismos para la venta al sector privado, los radioisótopos que la industria privada maneja tendrían que ser de importación.

Ante tantas anomalías se optó por derogar esa Ley en un plazo sumamente corto y así el 4 de Febrero de 1985 se expidió de nueva cuenta una "Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear" donde, si bien no se corrigieron todas las irregularidades antes mencionadas, sí se subsanó la mayoría de ellas. Es así que:

- 1) En materia laboral, se decretó la liquidación de la empresa paraestatal Uranio Mexicano (URAMEX). También se dispuso la reubicación de los trabajadores de la Comisión Nacional de Energía Atómica en "las áreas que de acuerdo con su experiencia, permitan el mejor aprovechamiento de sus capacidades..." De tal forma, quedaban vigentes dos organismos públicos en materia nuclear: El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), y la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS)
- 2) En cuanto a la disociación de la Investigación y desarrollo, de la producción, nos podemos dar cuenta de que se subsanó sensiblemente dicha deficiencia al establecer cuáles serían las funciones del ININ:

(Art. 43, fracc. II) "Prestar asistencia técnica a las dependencias y entidades públicas y privadas que lo requieran, en el diseño, construcción y operación de instalaciones radiactivas y, en su caso, en la contratación de dichos servicios; asimismo, los prestará a los organismos autorizados en materia de instalaciones nucleares;"

(Art. 43, fracc.III) "Promover el desarrollo nacional de la tecnología en la industria nuclear realizando y fomentando la innovación, transferencia y adaptación de tecnologías para el diseño, la fabricación y la construcción de componentes y equipos;"

(Art. 43, fracc.VI) "Realizar programas de capacitación y actualización sobre los usos y aplicación de técnicas nucleares que el desarrollo del país requiera; así como convenir con las instituciones nacionales de educación superior la impartición de cursos especializados en ciencias y tecnología nucleares;"

Como se puede apreciar, al quedar en las manos del ININ las funciones de asistencia técnica, desarrollo de tecnología nuclear, así como de capacitación de personal y la celebración de convenios con las instituciones de enseñanza superior, se estaba avanzando en el logro de la integración de la investigación y desarrollo con la producción. Sin embargo, hay que destacar que al no quedar de manera explícita que la promoción del desarrollo de tecnología nuclear se fuera a realizar con miras a fortalecer la industria nacional se estaba abriendo la posibilidad de que la mayor parte de esta promoción se tradujera en beneficio de empresas transnacionales. Lo anterior se basa en los razonamientos siguientes: en virtud de que las empresas nacionales tendrían dificultades para invertir en instalaciones para la producción de isótopos para el abastecimiento de la industria nuclear nacional. El dato es aún incipiente (para que este tipo de producción sea rentable hay que producir volúmenes mayores a los que se consumirían en el país a mediana escala) hay que pensar en competir internacionalmente por un mercado relativamente pequeño de países que consumen estos productos frente a compañías que tienen mucha más experiencia en el mercado y que cuentan con un fuerte apoyo de sus gobiernos.

- 3) En lo que respecta al punto de que las funciones de producción, importación, exportación, acondicionamiento y distribución de isótopos radiactivos, así como materiales y combustibles nucleares, ello quedó como responsabilidad del Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SEMIP) la cual -por ser un ente muy amplio y poco especializado- no es el organismo idóneo para la realización de estas funciones, por lo cual se manifiesta la necesidad de contar con un organismo especializado que opere exclusivamente en el ámbito de la energía nuclear en el área de producción y manejo de todos estos materiales.

## 6.2 CRITERIOS PARA UNA LEGISLACION ENERGETICA-NUCLEAR.

Para efectos de contar con una planeación integral que abarque los ámbitos económico, político y social -según el criterio de universalidad señalado en el capítulo 2- es necesario que el país cuente con cuatro capacidades básicas en el área de lo nuclear:<sup>4</sup>

### 1. Capacidad de aplicar y manejar todos los usos pacíficos de la energía nuclear.

Este apartado implica tomar en consideración otros usos distintos de los nucleo-eléctricos, ya probados y operacionales en otros países, como los del uso de las radiaciones y de los isótopos radioactivos, que han jugado un papel importante en el mejoramiento de los niveles de vida de la población, sobretodo, en los renglones de Salud, Agricultura e Industria.

---

<sup>4</sup> ININ (1980), ponencia Programa Nuclear Nacional del Ing. Dalmiro Costa Alonso, ex-director general del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

Es importante, además, tomar en cuenta que debido a que el aprovechamiento de la energía nuclear implica un costo bastante grande<sup>5</sup>, por lo general, para llevar a cabo proyectos de utilización de la energía nuclear los países subdesarrollados recurren al financiamiento externo. Como el financiamiento requerido en las aplicaciones de las radiaciones y los isótopos radioactivos es muchísimo menor que el requerido en el sector nucleo-eléctrico, sería más viable darle mayor impulso.

Por otra parte, los ingresos por concepto de servicios y ventas se obtienen de forma inmediata, debido a que las aplicaciones están ligadas estrechamente a necesidades de la población nacional.

## II. Capacidad de asimilar y desarrollar la tecnología nuclear.

Es deseable que nuestro país pueda contar con la capacidad de desarrollar su propia tecnología nuclear, profundizando la capacidad nacional de diseño e ingeniería, si realmente se tiene intenciones de utilizar la energía nuclear para la generación eléctrica de alrededor de 20,000 MW hacia el año 2,000 tal como lo prevé el Plan Nacional de Desarrollo.

Dicha capacidad requerirá de la coordinación y colaboración de los institutos de investigación de todo el país, así como del apoyo total del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), y la participación de las diversas universidades e institutos de enseñanza superior como la UNAM, el IPN, etc.

## III. Capacidad de profundizar la investigación básica y aplicada.

No basta con importar una cierta tecnología, es importante estudiarla, absorberla, adecuarla a nuestras necesidades y, de ser posible, desarrollarla aún más para lograr un avance tecnológico nacional e independiente, así como benéfico para el país.

---

<sup>5</sup> del orden de los 3,500 millones de dólares para la instalación de una planta nucleoelectrica, más un elevado costo de operación, más el costo de la disposición de los desechos nucleares, más un costo casi igual al de instalación por concepto de desmantelamiento de la planta al final de su periodo de vida útil (20 años).

Estas consideraciones nos llevan a pensar que a veces el ritmo de crecimiento tecnológico, en este caso de la tecnología nuclear, rebasa la capacidad de la sociedad para absorber ese conocimiento, dando lugar así a lo que ha sido llamado "*Investigación de vanguardia a de frontera.*"

Una de las posibles funciones del administrador público como diseñador y ejecutor de políticas gubernamentales es la de proporcionar los marcos administrativos y legales de estos crecimientos, especialmente en áreas de peso estratégico como es la nuclear.

#### IV. Contar con fabricación de materiales y equipos nucleares

Se propone este objetivo con el fin de reducir en cierta medida la dependencia tecnológica de México; lo cual también ayudaría a la economía al fomentar el desarrollo de la industria nacional de partes y componentes. Según datos del Programa Nacional de Energéticos 1984-1988, el sector energético realiza importaciones del orden del 15% del total de la economía nacional (15.9% para el periodo 1971-1976 y 15% en 1984).

En materia de fomento industrial, el administrador público tendría amplias oportunidades de desarrollo para participar en la implantación de medidas de coordinación de actividades específicas de fomento, junto con políticas globales de crecimiento y desarrollo industrial.

### 6.3 REQUERIMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE UN PROGRAMA NUCLEAR.

Pasando ahora hacia el entorno más amplio de un programa nuclear, la instalación de centrales nucleo-eléctricas debe satisfacer una serie de requisitos a nivel programático.

- A) Un ritmo de implantación compatible con el proceso de absorción, asimilación y desarrollo de la tecnología nuclear. Este punto se vuelve crítico al analizar las necesidades de generación de energía eléctrica de México proyectadas para el año 2,000, combinadas con la escasez de los recursos financieros requeridos para concertar la construcción de las centrales nucleo-eléctricas que serían necesarias. Si tomamos como base la unidad 1 de Laguna Verde con una capacidad de generación de 654 Mw y se plantea generar 20,000 Mw, se necesitarían cuando menos 31 unidades similares, a un costo internacional promedio de 3,500 millones de dólares por planta; eso se traduce en un total de alrededor de 107 mil millones de dólares (muy semejante a la totalidad de la deuda externa mexicana actual).
- B) Un plan de apoyo para la participación de la industria nacional en la fabricación de componentes, maquinaria y equipos nucleares. Este es otro punto difícil de nuestro programa nuclear, debido a que, como se verá más adelante, los problemas y retrasos sufridos en la construcción de nuestros dos primeros reactores nucleares no son tan alentadores como para que la industria nacional se dedique a fabricar las partes y demás componentes. Si a lo anterior agregamos un mercado nuclear internacional que atraviesa por una fuerte recesión e intensa competencia, tampoco ofrece favorables expectativas de exportación. Baste considerar que en los últimos diez años no se han hecho pedidos para nuevas plantas nucleares en los Estados Unidos ni en Latinoamérica<sup>B</sup>.
- C) Una relación y vinculación estrechas de la experiencia nucleo-eléctrica con los programas de capacitación y formación de recursos humanos a todos los niveles, técnicos, de ingeniería y científicos.
- D) Una planeación programática muy detallada en cuanto a financiamiento, no sólo de la nucleo-electricidad, sino de todos los niveles del programa nuclear y de las alternativas energéticas. Lo cual es sumamente importante en un país con tan fuerte endeudamiento externo,

---

<sup>B</sup> The Mexico City News, (Reuter) 27 de marzo de 1980.

baja productividad y recesión económica.

- E) Finalmente, una mayor congruencia en la instrumentación organizativa y las corresponsabilidades institucionales.

Las implicaciones de un programa nuclear van más allá del campo energético, aun cuando sea en este contexto donde se inicie la evaluación nacional de la energía nuclear.

Por su parte, a nivel macro, de planeación global, es importante señalar que la elaboración de un programa nuclear requiere a su vez un proyecto de seis puntos, necesarios para satisfacer los retos principales de un programa nuclear:

- 1) La planificación de todos los usos pacíficos de la energía nuclear: energéticos y no-energéticos.
- 2) El diseño y el establecimiento de un proceso de transferencia de tecnología que fomente y estimule el desarrollo científico y técnico en el país.
- 3) La elección de la tecnología y de los proveedores más adecuados, así como el desarrollo nacional de la industria del ciclo del combustible, lo cual es una condición indispensable para poder aspirar a una autodeterminación tecnológica.
- 4) El desarrollo nacional de diseño y la ingeniería, sólidamente vinculados a la investigación básica y aplicada.
- 5) La participación creciente de la industria nacional en la fabricación de materiales, componentes y equipo nuclear.
- 6) La formación del conjunto de recursos humanos nacionales que hagan posible un programa que despliegue los procesos y mecanismos orientados a superar todos los retos señalados.

Otra consideración importante es que dado el carácter estratégico de la energía nuclear, debiera ser el Estado quien tuviera a su cargo la realización de la Ingeniería y quien fuese el canal receptor de la tecnología y su transmisor, comercializador y diseñador hacia la industria y las comunidades científica y educativa.

Aquí es donde el administrador público, como profesional especialmente formado en el manejo de proyectos sociales, económicos y políticos se podría insertar como la persona idónea para el manejo y administración de estas tareas del Estado. Desde el lado gubernamental estas funciones han estado coordinadas por Ingenieros químicos, Ingenieros mecánicos electricistas y físicos, mismos que, sin menospreciar la capacidad profesional de ninguno de ellos, son adecuados para cuestiones técnico-científicas, mas no para aspectos de planificación del desarrollo, legislación nuclear o control administrativo de los proyectos energéticos nacionales.

Resumiendo lo anterior y utilizando las palabras del ex-director general del ININ, Dalmu Costa Alonso, diremos que:

"Se trata de establecer un programa global que integre y relacione armónicamente las metas energéticas propias de un proceso de diversificación con los objetivos inscritos en la lucha por nuestra independencia científico - tecnológica."

Pasando ahora al terreno práctico de la planeación energética nuclear en México, se procederá a hacer un análisis de lo que en materia de legislación se ha hecho.

#### 6.4 ASPECTOS LEGISLATIVOS E INSTITUCIONALES EN MATERIA NUCLEAR.

La mejor forma de obtener una idea de lo que se ha querido -o intentado- hacer en materia de planeación energética nuclear en nuestro país es analizar los documentos legales que se han emitido en forma de decretos y leyes en la materia. De un análisis de las disposiciones que han existido hasta la fecha en materia nuclear, se desprende que existe la necesidad de legislar en dos aspectos: en lo referente a la reglamentación del artículo 27 Constitucional en materia nuclear, y en lo que se refiere a los organismos encargados de realizar en lo procedente y hacer cumplir la reglamentación.

La reglamentación del artículo 27 Constitucional en materia nuclear debe señalar las formas por medio de las cuales se pueda -en la práctica- hacer cumplir cabalmente el espíritu constitucional.

Explícitamente la Constitución señala:

- 1) Tratándose de minerales radioactivos no se otorgarán concesiones ni contratos.
- 2) La Nación llevará a cabo la explotación de esos productos.
- 3) La Nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines (para la generación eléctrica, para proporcionar un servicio público, etc.)
- 4) Corresponde a la Nación el aprovechamiento de los combustibles nucleares para la generación de energía nuclear (reactores nucleares de potencia.)
- 5) Corresponde a la Nación la regulación de las aplicaciones en otros propósitos, aparte de la generación de energía.
- 6) El uso de la energía nuclear sólo podrá tener fines pacíficos.

El punto 1 es un ordenamiento claro que no requiere reglamentación alguna.

Los puntos 2 y 3 señalan la necesidad de un organismo del Estado que tenga a su cargo la realización del ciclo de combustible completo.

El punto 3 es más amplio al darle facultades al organismo que se menciona en el punto 2 para hacer uso de todos los bienes y recursos naturales que se requieran para la generación de electricidad a partir de la energía nuclear.

Con esto se contempla el aprovechamiento íntegro de los materiales nucleares tales como agua pesada, circonio, etc. y de bienes tales como centros de investigación y desarrollo, plantas piloto, plantas prototipo, plantas de producción, etc.

Al señalar el punto 4 la exclusividad de la Nación en el aprovechamiento de los combustibles nucleares para la generación de energía, está implícita la necesidad de utilizar los reactores, que son los dispositivos para aprovechar el combustible, para beneficio de la Nación.

Para esto se tendría que asignar al organismo delineado en el punto 2 la investigación y el desarrollo de este tipo de materias, el diseño y la construcción de este tipo de los reactores nucleares, la administración de los proyectos correspondientes, el desarrollo de los recursos humanos y tecnológicos necesarios y de la promoción para que la industria nacional sea la encargada de proporcionar los componentes y los servicios adecuados para la construcción de plantas nucleoelectricas .

El punto 5 señala una función reguladora del Estado, que estando implícita en el caso de la generación de energía, se hace explícita para otros usos, como la aplicación de radioisótopos y radiación a diferentes campos (v. gr. la salud, la industria, la agricultura, etc.).

Siendo de cierta manera diferentes las funciones del organismo señalado en el punto 2 con las de regulación, se presenta la necesidad de una dependencia del Ejecutivo, en la que éste delegue su autoridad en materia nuclear para regular, autorizar y vigilar que se cumplan las disposiciones conducentes.

Finalmente, el punto 6 al igual que el 1, es una política de carácter general que no requiere reglamentación alguna.

Obviamente, una reglamentación adecuada del 27 constitucional en materia nuclear debe tomar en cuenta todos estos aspectos y consideraciones.

Pasando ahora al aspecto de los organismos de Estado requeridos para el aprovechamiento de la energía nuclear, es observable que corresponden al Estado dos tipos de funciones, que son -hasta cierto grado- poco compatibles para un sólo organismo; por un lado se tienen las funciones de autoridad, regulación y vigilancia, y por otro lado, se requiere un organismo dinámico al que correspondan las funciones de promoción y producción de bienes y servicios para el aprovechamiento de la energía nuclear. Para considerar una Ley Orgánica adecuada de estos organismos, es conveniente hacer un listado de las funciones centrales que les corresponden. Las principales funciones de autoridad, regulación y vigilancia, que en su caso, debieran corresponder a una Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias son:

- establecer las normas generales de seguridad nuclear sobre el diseño, ubicación, construcción y operación de las plantas e instalaciones nucleares, así como las calificaciones que debe tener el personal de operación de las mismas;
- Revisar, evaluar, autorizar, condicionar o negar las bases para el diseño, ubicación, construcción, operación o modificación de plantas e instalaciones nucleares, así como las solicitudes de licencia para operadores de las mismas.
- Inspeccionar, evaluar, registrar, y sancionar el cumplimiento de las normas de seguridad en las plantas e instalaciones nucleares en sus fases de construcción y operación.
- Establecer y llevar a cabo un Sistema Nacional de Inventarios y Control de materiales nucleares.
- Vigilar y hacer cumplir los tratados internacionales sobre seguridad nuclear y salvaguardias de los cuales México es signatario.

- Vigilar que los usos de la energía nuclear en el país sean siempre con fines pacíficos.

Las funciones de promoción y producción de bienes y servicios para el aprovechamiento de la energía nuclear, que corresponderían al organismo que se menciona en el punto 2, son principalmente las siguientes:

- a) proponer al Ejecutivo Federal y llevar a cabo, en su caso, la política nuclear del país y el programa de desarrollo de reactores y de ciclo del combustible, enmarcados dentro de la política nacional de energéticos.
- b) Explotar, beneficiar y explorar en forma exclusiva los minerales radioactivos.
- c) Realizar, en forma también exclusiva, todas las etapas del ciclo del combustible nuclear, incluida la administración de los elementos combustibles irradiados. Contratar en el extranjero los servicios necesarios cuando el desarrollo nacional no permita realizarlos localmente.
- d) Importar y exportar, en forma exclusiva, minerales radioactivos cuando así lo determinen las necesidades del país y atendiendo primariamente los requerimientos del programa nacional de reactores.
- e) Producir, importar, exportar, acondicionar y distribuir en forma exclusiva los radioisótopos y las fuentes de radiación.
- f) Promover y realizar la investigación y desarrollo de las ciencias y tecnologías nucleares.
- g) Desarrollar la capacidad nacional para realizar el diseño, construcción y operación de plantas e instalaciones nucleares, incluida la administración de los respectivos proyectos.
- h) Administrar los proyectos de todas las plantas e instalaciones nucleares en el país.
- i) Promover, impulsar y participar en la creación de una industria nuclear nacional que produzca localmente componentes y equipos de uso nuclear.
- j) Promover e impulsar la educación y entrenamiento especializado que permita contar con los recursos humanos necesarios para realizar el programa nuclear.

- k) Cooperar en proyectos de interés nacional en los que se empleen técnicas nucleares en sus diferentes áreas de utilidad.
- l) Asesorar al Ejecutivo Federal en materia nuclear, incluido el establecimiento de normas y reglamentos sobre seguridad nuclear y sobre protección radiológica.

Otro aspecto que debe considerarse seriamente en la elaboración de la Ley Orgánica es la parte funcional. Los organismos que hasta ahora han existido, la CNEN y el INEN, han nacido como organismos burocráticos que han encontrado muchas dificultades para desarrollarse.

En suma, el segundo de los organismos aquí delineados debería tener un carácter netamente productivo, que no sólo cuide los aspectos de interés estratégico, sino que también opere con ganancias en beneficio del país; es decir, que al igual que existe una Comisión Federal de Electricidad, debiera existir una Comisión Federal Nuclear, capaz de adquirir la experiencia especializada en el manejo de esta energía, y de ver más allá de la simple generación eléctrica al desenvolverse en un medio más amplio, el de la industria nuclear global.

También sería recomendable que, con la creación de este nuevo organismo, no se hiciera desaparecer al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), sino que se le dejara adscrito al nuevo organismo como órgano de consulta, asesoría e investigación en los aspectos científicos del desarrollo nuclear; con el fin de enfocar a este nuevo organismo al ámbito productivo, y, de tal manera, evitar el complicarle sus funciones con las de investigación y acervo, mismas que son de naturaleza bastante diferente que la operativa, de mantenimiento y ampliación a las plantas nucleares que están por entrar en operación.

## 6.5 RESEÑA DEL PROYECTO DE LAGUNA VERDE.

El hecho de prepararse para operar en términos de una producción continua y segura con la energía nuclear, ha sido el motor que ha impulsado en los últimos 18 años la mayoría de los esfuerzos gubernamentales por regular, controlar y organizar los trabajos que en materia nuclear se realizan.

Para proceder a un análisis del proyecto Laguna Verde será preciso hacer una descripción formal de las plantas nucleares :

Las plantas nucleoelectricas denominadas Laguna Verde se localizan en el municipio de Alto Lucero, estado de Veracruz, cerca de la costa del Golfo de México. Están aproximadamente a 70 km al Norte-Noroeste del puerto de Veracruz y a 60 km al Este-Noreste de la ciudad de Jalapa. Su posición cartográfica es de 19 grados 43' 30" de latitud norte y 96 grados 23' 15" de latitud este.

Las dos unidades nucleoelectricas son prácticamente iguales, con una capacidad de generación de 654 MegaWatts cada una. Ambas unidades consisten de un edificio de concreto hermético que alberga al reactor nuclear, el cual es de tipo de agua ligera hirviendo, y los sistemas necesarios para operar en condiciones de seguridad. Además cada planta tiene un edificio para la turbina generadora de electricidad (turbo-generador) y el condensador con sus sistemas de apoyo, un edificio de control, y otro edificio para los generadores a diesel de emergencia. Las dos unidades comparten un edificio para el tratamiento de desechos radiactivos de mediano y bajo nivel y un edificio para desmineralización del agua que se utiliza como fluido de trabajo. La central contiene, además, un edificio de obra de toma para agua de mar -la cual es utilizada como medio de enfriamiento para los condensadores de la central- así como una subestación de energía eléctrica con una capacidad de salida de 400 Kilovolts los cuales se vierten en la Red Integrada Nacional de energía eléctrica.

La conexión a la red eléctrica nacional se logra mediante dos líneas de transmisión de 230 KV a Veracruz y tres líneas de transmisión de 400 KV, dos de ellas a Puebla y la tercera a Poza Rica.

Una breve reseña del origen del proyecto Laguna Verde comenzaría en 1968 cuando se elaboraron los estudios de factibilidad acerca de la conveniencia de construir plantas nucleares en México para la generación de energía eléctrica.

Dicho estudio fue elaborado por la Comisión Federal de Electricidad con el apoyo del Stanford Research Institute (Instituto de Investigaciones vinculado a la Universidad de Stanford, California).

Es a partir de ese punto histórico que nuestro contexto en Planeación Energética Nuclear ha pasado por sus etapas más críticas, mismas que han puesto a prueba la solidez de nuestra infraestructura administrativa en el área.

En 1968 se inició un estudio que duró un año para determinar el mejor diseño de planta nucleo-eléctrica para nuestro país. De ese estudio surgió la determinación de construir la planta utilizando un reactor tipo BWR (Boiling Water Reactor), es decir un reactor de agua ligera hirviendo y uranio enriquecido, el cual utiliza radiación para evaporar agua normal, la cual habrá de circular a gran presión para hacer girar una turbina generadora de corriente eléctrica.

También de ese estudio fue de donde surgió la decisión de ubicar la planta nucleoelectrónica en Veracruz, junto a dos lagunas, una de agua salada y otra "verde", de ahí que el proyecto haya sido denominado Laguna Verde.

Posteriormente, la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) solicitó un reporte acerca del impacto ambiental y ecológico que tendría la ubicación de la planta nuclear en el sitio escogido. Como resultado de ese reporte se obtuvo que a partir de la información ecológica reunida (misma que abarcó mapas de vegetación, fauna y un espectro completo de las cadenas alimentarias) no se tenía evidencia de ninguna posibilidad de daño ecológico si la planta se operaba en condiciones normales.

En 1969 hacia finales del régimen del presidente Díaz Ordaz, se convocó a una licitación internacional para seleccionar el proveedor del reactor nuclear y del turbogenerador que se instalaría en Laguna Verde.

La evaluación de las ofertas concluyó hacia mediados de 1970. En ése mismo año se dió a conocer un documento titulado "Dictamen sobre la conveniencia de instalar la primera planta nucleoelectrica" (en México), en el cual se apoyaba entusiastamente la idea. Sin embargo, como el cambio de sexenio implicaba tomar primordialmente la decisión con el nuevo presidente, las ofertas recibidas no tuvieron respuesta y no se tomó decisión alguna. En diciembre de 1970 el proyecto fue sometido a una comisión intersecretarial, la cual lo aprobó a principios de 1971 .

Así, al iniciarse el gobierno del presidente Luis Echeverría se celebró una segunda licitación internacional para construir un reactor en Laguna Verde, Veracruz, resultando ganadora la compañía General Electric con la oferta de un reactor tipo BWR con un potencial de 654 Mw. Por su parte, la construcción del turbogenerador se asignó a la compañía Mitsubishi de Japón.

Se ha estimado que, en términos generales, la implantación de un Programa Nuclear tendría implicaciones directas en la creación de 109,000 empleos, cifra en un 90% derivada del desarrollo de las aplicaciones energéticas.

Este 90% representaría la necesidad de 98,400 personas en total, que se abocarían fundamentalmente al rubro de generación de nucleoelectricidad, considerándose la meta de 20,000 Mw planteada en el Programa Nacional de Energéticos.

De la cifra anterior, el 25% estaría representado por la necesidad de obreros tradicionales para la construcción y operación de las plantas nucleoelectricas y del ciclo del combustible, que no requerirían prácticamente de capacitación nuclear. El 66% estaría constituido por 45,600 técnicos y 19,800 profesionales de carreras convencionales que requerirían sólo una ligera capacitación en áreas nucleares.

Finalmente tenemos que el 9% restante corresponde a 6,000 técnicos y 3,000 profesionales con especialidad nuclear.

Por otro lado, en lo referente al ámbito de las aplicaciones no energéticas, los requerimientos ascenderían a 7,000 personas, de las cuales el 76% correspondería a las necesidades de técnicos y profesionales convencionales y el 24% a personal técnico, profesional y con posgrado nuclear.

Con respecto a las implicaciones de recursos humanos en materia de investigación y desarrollo, éstos ascenderían a un total de 3,600, guardando en términos generales la misma proporción en relación con las necesidades de formación en áreas convencionales y en las nucleares.

De tal manera, en agosto de 1972 se formalizaron los compromisos y se iniciaron los trabajos de la planta nuclear de Laguna Verde, y al mismo tiempo se decidió contratar -por la comisión encargada del proyecto- a Bufete Industrial y a la compañía norteamericana Burns Roe para llevar a cabo el desarrollo de la ingeniería y la asesoría para la coordinación de la construcción. También se decidió contratar a la firma norteamericana Nuclear Services Corporation como consultor de calidad y asesor de gestión del proyecto; la concesión en cuanto a consultoría en combustible fue otorgada a la compañía, también norteamericana, NUS Corporation.

Si creyéramos en la mala suerte se hubiera podido afirmar que el proyecto Laguna Verde nació con mala estrella, ya que la firma Burns Roe participó de forma muy importante en el proyecto de la nucleoelectrónica de Three Miles Island, misma que habría de sufrir, en marzo de 1979, el peor accidente nuclear de la historia de los Estados Unidos.

En mayo de 1973 se substituyó al director de la CFE, presumiblemente por no impulsar decididamente al proyecto. El siguiente director de la CFE (hubo tres durante el régimen del presidente Echeverría) aceptó una oferta de la GENERAL ELECTRIC para instalar un segundo reactor con las mismas características que el primero. En agosto de 1973 se formalizaron los compromisos para la construcción de la segunda unidad. Así quedó establecido el proyecto Laguna Verde con una capacidad de 1308 MW.

En 1969 hacia finales del régimen del presidente Díaz Ordaz, se convocó a una licitación internacional para seleccionar el proveedor del reactor nuclear y del turbogenerador que se instalaría en Laguna Verde.

La evaluación de las ofertas concluyó hacia mediados de 1970. En ese mismo año se dió a conocer un documento titulado "Dictamen sobre la conveniencia de instalar la primera planta nucleoelectrica" (en México), en el cual se apoyaba entusiastamente la idea. Sin embargo, como el cambio de sexenio implicaba tomar primordialmente la decisión con el nuevo presidente, las ofertas recibidas no tuvieron respuesta y no se tomó decisión alguna. En diciembre de 1970 el proyecto fue sometido a una comisión intersecretarial, la cual lo aprobó a principios de 1971.

Así, al iniciarse el gobierno del presidente Luis Echeverría se celebró una segunda licitación internacional para construir un reactor en Laguna Verde, Veracruz, resultando ganadora la compañía General Electric con la oferta de un reactor tipo BWR con un potencial de 654 Mw. Por su parte, la construcción del turbogenerador se asignó a la compañía Mitsubishi de Japón.

Se ha estimado que, en términos generales, la implantación de un Programa Nuclear tendría implicaciones directas en la creación de 109,000 empleos, cifra en un 90% derivada del desarrollo de las aplicaciones energéticas.

Este 90% representaría la necesidad de 98,400 personas en total, que se abocarían fundamentalmente al rubro de generación de nucleoelectricidad, considerándose la meta de 20,000 Mw planteada en el Programa Nacional de Energéticos.

De la cifra anterior, el 25% estaría representado por la necesidad de obreros tradicionales para la construcción y operación de las plantas nucleoelectricas y del ciclo del combustible, que no requerirían prácticamente de capacitación nuclear. El 66% estaría constituido por 45,600 técnicos y 19,800 profesionales de carreras convencionales que requerirían sólo una ligera capacitación en áreas nucleares.

Finalmente tenemos que el 9% restante corresponde a 6,000 técnicos y 3,000 profesionales con especialidad nuclear.

En una conferencia dictada para la Asociación Mexicana de Ingenieros el 27 de Agosto de 1985, el Ingeniero Rafael Fernández de la Garza, entonces director de Laguna Verde, reconoció que durante el periodo 1972-1977 el proyecto anduvo a la deriva debido a una falta de "definición de objetivos", y a que fue necesario implementar cambios de índole tecnológica así como modificaciones al sistema<sup>7</sup>.

La historia del desarrollo de Laguna Verde está tan plagada de problemas y situaciones tan adversas, que su análisis bien podría considerarse como un caso de estudio sobre el fracaso de proyectos de gran magnitud. Para darnos una idea de todo esto se mencionará lo siguiente:

Poco después de tomar posesión el segundo director de la CFE se detuvieron las actividades del proyecto en virtud de que se consideró necesario realizar auditorías de tipos contable, administrativa y técnica, ya que se habían denunciado fraudes y malos manejos en las finanzas de la comisión coordinadora. Posteriormente, debido a la cancelación del concurso para la obra civil, se concesionó la construcción del proyecto a la compañía Ingenieros Civiles Asociados (ICA).

En 1974 se iniciaron los trabajos de la obra civil con diversos problemas, en parte porque el avance de Ingeniería no era suficiente para apoyar la construcción, y en parte porque la Comisión Federal de Electricidad tuvo problemas internos de tipo administrativo.

Por otro lado, la compañía Burns Roe tuvo sus propios problemas internos que dieron como una de sus consecuencias tres cambios sucesivos de gerente de proyecto... Las cosas iban tan mal que, en cierto momento, la coordinación del proyecto tomó la decisión -bastante cuestionable y de último recurso- de recoger todos los planos y memorias de cálculo que se encontraban en las oficinas de Bufete Industrial, suspendiendo, de hecho, el proyecto.

---

<sup>7</sup> THE MEXICO CITY NEWS, Aug. 28, 1985, p.7

A fines de 1974 se integró un grupo de funcionarios de la CFE y del Instituto Nacional de Energía Nuclear para estudiar la situación. Este grupo se entrevistó con los proveedores y consultores que trabajaban en el proyecto, así como con algunas firmas de ingeniería norteamericanas interesadas en participar en Laguna Verde.

Atendiendo a las recomendaciones del grupo antes mencionado y a las sugerencias hechas por la empresa Burns Roe, se tomó la determinación de trasladar las actividades de diseño a Nueva York, donde se integró un nuevo grupo de trabajo compuesto por 10 ingenieros de la CFE, 6 ingenieros de Bufete Industrial y 130 de Burns Roe.

En 1975, ante los resultados obtenidos hasta ese entonces se optó por retirarle a Burns Roe el proyecto de ingeniería y se contrató a otra empresa norteamericana, denominada Ebasco Services Inc., debido a que el comité creado para analizar la situación de estancamiento en que había caído el proyecto detectó errores en el diseño (...) y recomendó corregir serias deficiencias en las áreas de Garantía de Calidad, Control de Diseño, y Control de Documentos.

En 1975 y parte de 1976 sólo se llevaron a cabo actividades de infraestructura, tales como los almacenes, oficinas y el muelle. El retraso de los trabajos era evidente, ya que los avances de la obra eran estimados en un 25 %, en tanto que lo inicialmente programado era de un 40 % para esas fechas. En abril de 1977, ya con José López Portillo como Presidente de la República se estimó que el avance efectivo de la obra era en realidad del orden del 5 %. Ante tal situación se decidió incrementar la fuerza de trabajo; también se decidió comprar el resto del equipo principal y se contrató a miles de trabajadores para continuar con el proyecto.

A finales de 1979 el avance de la construcción era del orden del 28 %, combinando un 32 % de la unidad uno y 22 % de la unidad dos.

En febrero de 1980 se le retiró a Ebasco Services Inc., la responsabilidad del proyecto, pero se le siguió conservando como con funciones de asesoría.

Además se optó por un cambio radical en la estrategia de organización: se nombró a un representante de la subdirección general de la CFE y a un Jefe de Proyecto para controlar la ingeniería, la construcción y la administración del mismo.

La Comisión Federal de Electricidad asumió directamente las funciones de garantía y control de calidad. Sin embargo ello no implicó la resolución y puesta en funcionamiento del desafortunado proyecto, ya que en la CFE han habido numerosos encargados del proyecto, además de que han participado siete directores generales de la misma Comisión en la toma de decisiones fundamentales, las cuales no necesariamente han sido congruentes entre sí.

Al respecto de los problemas que ha sufrido la planta, el Ing. Rafael Fernández de la Carza, ex-director del Proyecto Nucleoeléctrico de Laguna Verde, dice:

"Es importante que se defina un programa nucleoelectrico para que no se repita en parte lo que pasó con Laguna Verde, que por no haber una planeación integral, una planeación total, se fueron haciendo actividades sin la secuencia adecuada y es, si no la principal, sí una de las causas que ha provocado los atrasos de Laguna Verde."<sup>8</sup>

Tomemos por ejemplo el caso del desfaseamiento que debe haber entre la terminación de las dos unidades. Al inicio del proyecto se planeó tener un año de desfaseamiento entre estas unidades; pero debido a ajustes presupuestales hubo que suspender los trabajos en la unidad dos durante aproximadamente un año y medio, con lo cual el desfaseamiento a febrero de 1989 es de cuando menos dos años y medio. El avance estimado a mayo de 1988 para la unidad uno era de 95 % y para la unidad dos de 45 %.

La carga del combustible nuclear fue realizada a fines de 1988, luego de aplazarse la fecha anunciada de carga de septiembre de 1986, volverse a

---

<sup>8</sup> El Colegio Nacional [1982], pág. 133.

aplazar para diciembre de 1986, y aplazarse nuevamente repetidas veces en 1987 y 1988. El primer reactor de la planta entró en su fase de operación normal en abril de 1989.

Ya por último se hará mención de lo que a nivel internacional se considera como un fiasco: en 1981 el gobierno mexicano solicitó cotizaciones y propuestas a las compañías interesadas en construir otra planta nuclear con una capacidad de generación del orden de los 1,800 a 2,200 MW es<sup>9</sup> decir, el equivalente a una planta de dos a cuatro reactores individuales, dependiendo del tamaño, misma que estaría ubicada a aproximadamente 55 km de la nucleoelectrica de Laguna Verde y que habría de denominarse Laguna Verde 2.

Para esas fechas se tenía el propósito de construir otras 20 plantas nucleoelectricas por varias partes del país y, por lo tanto, las compañías que venden estos reactores pensaban que ser seleccionadas como los proveedores de la planta solicitada por el gobierno, sería el principio de una venta multimillonaria de varios reactores más, en un momento en que la industria de la construcción de plantas nucleoelectricas estaba pasando por un periodo prolongado de no tener ventas.

El precio por cada planta se estimaba en alrededor de los tres mil millones de dólares, y la construcción de las veinte centrales nucleares propuestas le costaría a México no menos de 50 mil millones de dólares, un negocio que cualquier compañía constructora de plantas nucleoelectricas podría anhelar.

Las bases del concurso se dieron a conocer en febrero de 1981, con la expectativa de que se lograría tomar una decisión de compra para agosto del mismo año. Como resultado de la solicitud de ofertas tres compañías norteamericanas (Westinghouse, General Electric, y Combustion Engineering), una canadiense, una sueca, y una francesa presentaron sus propuestas.

---

<sup>9</sup> THE NEW YORK TIMES, May 23, 1992, sec 3, p8(n)

De nueva cuenta, al aproximarse un nuevo cambio de presidente de la República, se pospuso la toma de una decisión tan trascendental hasta que hubiera tomado posesión el siguiente presidente, Miguel de la Madrid Hurtado. Sin que haya habido hasta hoy una respuesta oficial del gobierno mexicano, es obvio que el presidente De la Madrid decidió que México no contaba con los medios para llevar a cabo la construcción de otra planta nucleoelectrónica, mucho menos las veinte planeadas por la administración del presidente López Portillo para antes del fin de siglo, dadas las condiciones de inestabilidad económica y fuerte endeudamiento en que se encontraba nuestro país cuando él tomó el cargo, y en el que aún seguimos. Aún así se dió el apoyo necesario para la terminación de los trabajos de construcción en la planta de Laguna Verde.

## 6.6 CONSIDERACIONES IMPORTANTES PARA UNA PLANEACION ENERGETICA NUCLEAR EN MEXICO.

Todo lo anterior nos debe traer de manera clara muchas deficiencias que se encuentran en nuestra planeación, programación, construcción y diseño de plantas nucleares.

Por una parte, mientras no estén directamente en manos de un sólo organismo mexicano la organización y desarrollo de los trabajos de construcción de este tipo de obras, y para construirlos se tenga que depender en tan gran medida de empresas y técnicos extranjeros, no se podrá tener ni el control y dirección del proyecto, ni se podrán cumplir los plazos comprometidos, y quizás no se podrá tener una garantía suficiente de la seguridad de la operación de dicha planta. Por este trabajo propone la creación de un organismo dedicado exclusivamente a estos aspectos.

Eso lo vemos en el caso del CNEN, donde la decisión de construir una planta nucleoelectrónica en México significó un cambio cualitativo y cuantitativo para el mismo. En parte en su estructura e integración pues ya no se podía pensar en un organismo que contase sólo con físicos. Además se requería una empresa que suministrase combustibles nucleares cuando Laguna Verde comenzara a operar, así como de un organismo con capacidad real y

legal para otorgar licencias y reglamentar en materia de seguridad nuclear. Es decir, la decisión acerca de Laguna Verde rebasó a la Ley que había creado a la CNEN hacía más de 15 años.

Ante ello se abrogó la Ley que creaba a la CNEN y se expidió una nueva<sup>10</sup> creando el Instituto Nacional de Energía Nuclear, mismo que inició su existencia el 13 de enero de 1972.

Por otra parte, también es observable que los cortes sexenales afectan de manera decisiva los proyectos de construcción de plantas nucleares por lo que sería conveniente diseñar un mecanismo que asegure -de principio a fin- una estabilidad en este tipo de proyectos con independencia de aspectos políticos y administrativos en el ámbito nacional.

Tomando nuevamente las palabras del Ing. Rafael Fernández de la Garza, se definirá un programa nucleoelectrico de la siguiente forma:

"Un programa nucleoelectrico, desde el punto de vista del sector eléctrico, es una definición de la cantidad de plantas nucleares a instalar y las fechas de operación de las mismas, de tal forma que se puedan plantear dentro del sector las actividades necesarias para que estas fechas se cumplan.

Estas actividades son: la selección del sitio, el diseño de la planta, la adquisición del equipo, el entrenamiento de operadores, el inicio de construcción, la compra de combustible y sobretodo el financiamiento.

Desde un punto de vista más general, ese programa serviría para planear la participación nacional en el suministro de servicios, equipos y materiales."<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> Ley Orgánica del Instituto Nacional de Energía Nuclear [1972].

<sup>11</sup> El Colegio Nacional [1992], pág. 133

Como complemento de lo anterior, tenemos los conceptos del Lic. Adrián Lajous, ex-funcionario de la Dirección General de Energía de la SEPAFIN, respecto de cuáles serían los logros que se podrían esperar de un programa nucleoelectrónico nacional:

**"Un programa nucleoelectrónico debe contribuir al logro de los siguientes objetivos:**

- a. La satisfacción de las necesidades nacionales de energía eléctrica
- b. La diversificación de fuentes de energía primaria
- c. La racionalización de la producción y el uso de los recursos energéticos nacionales
- d. La integración nacional de equipos para la generación de electricidad
- e. Un mejor conocimiento de los recursos uraníferos del país y el mayor control posible sobre el ciclo del combustible
- f. El fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica capaz de hacer un aprovechamiento autónomo de la energía nuclear.<sup>12</sup>

El resultado de no contar con un programa nucleoelectrónico bien definido ni con un organismo preparado y responsable de ejecutar todos los pasos de construcción y operación de plantas nucleares, adjuntado esto a una falta de coordinación de las actividades de sexenio a sexenio, se traduce en ineficiencia operativa, en gran dependencia del extranjero en esta materia, e inevitablemente en el importante gasto que de ello se deriva.

---

<sup>12</sup> El Colegio de México[1892], pág. 134.

## 6.7 OBSERVACIONES A NUESTRA ACTUAL PLANEACION ENERGETICA.

Según estimaciones de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, el sector eléctrico nacional tendrá que implementar para 1991 acciones de racionamiento de la energía eléctrica, con apagones programados en varias ciudades; se prevé que para ese mismo año haya una importante escasez de gas licuado del orden de un 35-40% a nivel nacional que se agregará a la actual escasez de combustóleo<sup>13</sup>.

Los problemas más notorios de planeación energética en México son los siguientes:

- El Presidente de la República nombra a los directores de Petróleos Mexicanos y la Comisión Federal de Electricidad en base a consideraciones fundamentalmente políticas, con lo cual se ha presentado el caso de que los nuevos funcionarios carecen de la preparación adecuada para el desempeño puestos de tal responsabilidad.
- Los cortes sexenales afectan programas energéticos con características de maduración a largo plazo, (típicamente, los proyectos en esta área tienen tiempos de maduración de 20 años).
- No se ha consolidado una estructura de mando único de todas las Instituciones estatales del sector energía, en los sexenios pasados. Falta integrar a la planeación energética al Instituto Mexicano del Petróleo, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares y al Instituto de Investigaciones Eléctricas; en general hay poca comunicación entre el personal técnico y el político.
- Se ha puesto demasiado énfasis en la planeación energética a la evolución internacional del petróleo, y se han descuidado las necesidades de energía en beneficio de la planeación de energéticos.

---

<sup>13</sup> Cifras presentadas en el SEMINARIO DE PLANEACION ENERGETICA EN MEXICO, realizado por la Unidad de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía de la UNAM del 3 al 7 de octubre de 1988, siendo el ponente el Ing. Joaquín Mier Muth, Director de Análisis Estructural de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal.

- El balance de energía no refleja qué grado de satisfacción de las demandas de energía de la sociedad existe en un determinado periodo, sino que únicamente describe cómo se satisface la parte de la demanda que es atendida.
- La planeación actual hace énfasis en el desarrollo de la oferta, pero casi no hace nada por encauzar o racionalizar la demanda.
- Falta tomar más en cuenta el aspecto de la protección ambiental en la planeación energética, respecto a lo cual se han externado diversas opiniones críticas en los últimos tiempos.

Después de haber presentado las deficiencias observables en nuestra planeación nuclear, es conveniente hablar de los riesgos manifiestos en el caso de las plantas nucleares de Laguna Verde.

De acuerdo con la opinión del grupo de ecologistas que ha venido ganando fuerza en nuestro país, que ha organizado foros de consulta sobre la conveniencia de proceder con la puesta en operación de las plantas nucleares de Laguna Verde, y ha logrado convencer para su causa a destacados intelectuales y políticos mexicanos (como es el caso del Ing. Jacinto Viqueira Landa, ex-Jefe de la División de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, y ex-Gerente de Planeación de la CFE, y también del Ing. Jorge Young Larrañaga, ex-Gerente General de Planeación de la CFE y posteriormente consultor del Sub-Director General del mismo organismo<sup>14</sup>), así como al "GRUPO DE LOS CIEN", las plantas nucleares de México son peligrosas debido a una serie de factores, entre los que destacan:

- 1) La construcción de las plantas nucleares, como ya ha sido mencionado más arriba, no ha sido llevada a cabo en forma ordenada.
- 2) La supervisión externa del proyecto y de la construcción de las instalaciones, desde el punto de vista de la seguridad, tampoco ha sido realizada a lo largo de sus distintas etapas por una sola entidad responsable; la Comisión Nacional de Energía Nuclear y Salvaguardias es un organismo de creación reciente.

---

<sup>14</sup> REV. PROCESO, No. 512, 25 de ago., 1986.

- 3) Durante la construcción de la unidad uno se registraron varios accidentes que no sólo nos muestran que el peligro de que éstos ocurran es muy real sino que han sembrado las semillas de problemas potenciales a futuro. Entre estos problemas se cuentan: la vasija metálica del contenedor fue golpeada al instalarse, y la base de concreto armado del contenedor tiene grietas y un armado incorrecto<sup>15</sup>. Además, el 15 de agosto de 1986 se rompió una tubería por causas que aún no han sido aclaradas, dañándose la piscina de concreto que servirá de almacenamiento a los desechos nucleares, lo cual sería un incidente de gran magnitud en una planta en operación.
- 4) Las plantas nucleares de Laguna Verde están ubicadas sobre una falla geológica importante, por lo que un imponderable de los más difíciles, como son los sismos, queda sin poder ser evaluado cabalmente.
- 5) Se conoce la existencia en México de alrededor de 14,500 toneladas de uranio, de las cuales se estima que únicamente 10,600 presentan posibilidades de extraerse. Con la instalación de 1,308 Mw en la central hidroeléctrica de Laguna Verde, se habrá comprometido cerca del 60% de las reservas probadas del combustible nuclear, restando recursos únicamente para la instalación de 1,000 Mw adicionales en lo que a uranio nacional se refiere<sup>16</sup>.
- 6) La falta de especificación respecto de qué es lo que se va hacer con los desechos radiactivos, que inevitablemente habrán de generarse con la operación de la planta.
- 7) En la práctica la CFE no parece haberse coordinado con Uramex, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) y la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas, según se infiere de las distintas concepciones de desarrollo nuclear que se manejan en México. Por un lado, altos funcionarios de la CFE se han mostrado abiertamente partidarios de la tecnología del uranio enriquecido, mientras que personajes del mismo rango pertenecientes a Uramex y al ININ se han

---

<sup>15</sup> Excelsior, 31 de julio de 1986, pág. 26.

<sup>16</sup> Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (1984), diagnóstico, Panorama Nacional.

mostrado partidarios de la tecnología del uranio natural, opinión que comparten algunos sectores científicos y técnicos afiliados al Sindicato Unico de Trabajadores de la Industria Nuclear (SUTIN). Este grupo enbola como bandera el carácter nacional e independiente que debe tener el desarrollo nuclear del país. Las diferencias entre los grupos que -por ley- deben coordinarse para favorecer la utilización racional de la energía atómica van más allá de las modalidades tecnológicas, y se agudiza en las concepciones globales de lo que debe ser el ritmo y magnitud del desarrollo nuclear de este país. La CFE ha promovido la idea de instalar 20,000 Mw en 18 años. Según algunos miembros del ININ y de Uramex la meta que se debe alcanzar es significativamente menor (5-10,000 Mw), debido a la inmensa gama de problemas que han de resolverse para poder responder adecuadamente al reto nuclear. Los objetivos de la CFE y del ININ y Uramex se justifican desde distintas líneas de argumentación que, en el fondo, sólo reflejan una incompatibilidad que afecta negativamente la coordinación de dichos organismos y, en consecuencia, la coordinación con los organismos cúpula (SEMIP-CNEN).

Por otra parte, se afirma que es un fracaso económico dicho proyecto, y también que es un proyecto no prioritario, puesto que aún operando a toda su capacidad su aportación total a la red eléctrica nacional no llegaría ni a un 10% de las necesidades de generación eléctrica en México. Además su ejecución implicará una mayor dependencia tecnológica y financiera para nuestro país. En un capítulo anterior fue hecho un análisis más exhaustivo de los costos del proyecto, así como de su posición frente a otras alternativas de generar electricidad.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## CONCLUSIONES.

La energía es un recurso. Como tal es susceptible de ser planeado, programado, administrado y evaluado al igual que los recursos humanos, financieros y técnicos. Además, la energía es un recurso estratégico, por lo tanto pretender trazar una estrategia nacional global, de largo alcance y con grandes probabilidades de éxito, sin tomar en cuenta a la energía, es imposible.

Los energéticos se transforman en energía, pero actualmente dependemos en cerca de un 90% de los hidrocarburos como fuente de energía. Eso tiene que cambiar, ya que los hidrocarburos son una fuente energética no renovable y en pocos años dejarán de ser suficientes para satisfacer nuestras necesidades de energía. Por ello es preciso planear una transición energética.

Es observable la importancia que ha ido adquiriendo la planeación de la ineludible transición energética que se avecina. Esta importancia se ha venido manifestando repetidamente desde el Plan Global de Desarrollo, el Programa de Energía, el Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988, el Programa de Energéticos 1984-1988, y el Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994. Sin embargo, y a pesar de la preocupación oficial al respecto, muy pocas acciones concretas se han llevado a cabo para preparar al país para dejar de depender de los hidrocarburos como fuente predominante de energía.

La investigación de fuentes alternas de energía que se lleva a cabo en nuestro país padece, al igual que muchas otras disciplinas científicas, de una carencia de recursos financieros para poder desarrollar tecnología propia. Hay desarrollos notables en cuanto a energía solar y geotermia principalmente, sin embargo, no se encuentra una estrecha vinculación entre la investigación que desarrollan los diversos centros y los planes gubernamentales o la industria. Es preciso integrar más a estos tres sectores (investigación, gobierno e industria) con objeto de optimizar los recursos -humanos y financieros- y esperar, así, resultados concretos en plazos razonables.

## Conclusiones

---

Las reservas petroleras del país le permiten a México, a diferencia de otros países, contar con un mayor margen de tiempo para la toma de decisiones en materia de transición energética; sin embargo, ello no significa que se puede postergar indefinidamente la cuestión. Es preciso evaluar más, investigar más, para poder contar con los elementos de juicio suficientes para apoyar un programa nacional de conversión energética.

Desafortunadamente, el primer paso de gran trascendencia que el país ha dado por el camino de la diversificación energética -la construcción de la central nuclear de Laguna Verde- ha encontrado fuerte oposición de diversos sectores de la población. Es desafortunado, no porque la unanimidad de convicciones sea siempre buena, sino porque ha evitado una acción más decidida por parte del gobierno federal para disminuir de manera importante la actual dependencia del petróleo.

La cuestión de si México debe o no transitar por la vía de la utilización de la energía nuclear para diversificar sus fuentes energéticas ha sido debatida en numerosos foros, y aún no hay consenso general. Sin deseos de entablar mayor polémica a ese respecto, considero mi obligación cívica expresar mis puntos de vista como estudioso de los problemas nacionales y miembro de la sociedad a la que afecta tal situación.

Mi convicción personal es que habría que posponer el desarrollo de plantas nucleares y acelerar el de otras fuentes no convencionales. Con objeto de ampliar la perspectiva de este tema se presenta una visión panorámica de lo que está pasando en 1989 en materia de plantas nucleares y las tendencias observables en algunos países caracterizados por un fuerte desarrollo económico.

**ESTADOS UNIDOS:** Apenas el 7 de julio de 1989 se cerró definitivamente la central nucleoelectrónica de Río Seco, en el estado de California, siendo ésta la primera planta nuclear cerrada en los Estados Unidos por voto popular. En un referéndum al respecto la comunidad de Sacramento, capital del estado,

votó, con una mayoría de 83%, por cancelar las operaciones de dicha planta<sup>1</sup>.

**SUECIA:** Suecia es una nación industrializada exportadora de reactores nucleares que ha desechado la opción nuclear para su generación de energía, con base en un referéndum público que determinó que no se construyeran nuevas plantas nucleares, y las existentes serían gradualmente eliminadas<sup>2</sup>.

**UNION SOVIETICA:** La Unión Soviética ha tomado medidas preventivas en cuanto a la operación de plantas nucleares, de tal manera que en la actualidad hay un programa oficial de desmantelamiento de centrales nucleares en diversas regiones de la URSS. Así el 27 de marzo de 1989 quedó definitivamente cerrada la planta de Krasnodar, en Siberia Occidental, que según se reconoció en forma oficial representaba un peligro constante para los habitantes del área. El programa prevé el cierre de siete centrales, las cuales serán reemplazadas por plantas termoeléctricas. En febrero de 1989 se clausuró la central nuclear de Armenia por estar localizada en una zona de alto riesgo sísmico, decisiones adoptadas tomando en consideración la opinión de científicos y ciudadanos. Se afirmó que el déficit de energía eléctrica en la región transcaucásica, motivado por el cierre de la planta en Armenia, lo cubrirían dos plantas termoeléctricas que se construyen en la región. Para este objetivo se puso en funcionamiento la séptima unidad de la central termoeléctrica de Azerbaidzhankaya. La potencialidad de esa central supera los 2,100 Mw y utiliza para su funcionamiento el gas natural proveniente de los yacimientos ubicados en el Mar Caspio. En la actualidad, las centrales térmicas proporcionan más del noventa por ciento de la energía eléctrica que se genera en la república de Azerbaidján, y algunas suministran energía a las repúblicas vecinas de Armenia y Georgia. En esta última, la mayor parte de la electricidad procede de centrales hidráulicas<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Información dada a conocer por los servicios informativos de la cadena norteamericana Columbia Broadcasting System (CBS), en un noticiero originado en la ciudad de Nueva York y retransmitido en la ciudad de México simultáneamente por la emisora de radio de F.M. XEVIP, a las 10:00 horas del día 7 de julio de 1989 en la ciudad de México.

<sup>2</sup> Enciclopedia Combinada de la Energía, vol. 3, CASAS Y CIUDADES, pág. 28.

<sup>3</sup> Periódico EL UNIVERSAL, 20 de marzo de 1989.

## Conclusiones

Una reflexión de estos hechos recientes demuestra que lo que aquí se propone no es un imposible absoluto, y que otros países ya han emprendido ese camino. México también podría encarar la alternativa de renunciar a la nucleoelectricidad si decidiera que no le es conveniente.

Si fuera inevitable continuar la operación de la nucleoelectrica ya existente, quisiera proponer la creación de un organismo público que se encargue de los aspectos productivos de la industria nuclear, de manera exclusiva, con personalidad jurídica y patrimonio propios, ya que no considero congruente mantener este importante aspecto del desarrollo nacional como un asunto de importancia adicional, entre otros supeditados a la Comisión Federal de Electricidad.

Desde el punto de vista de ventajas para el país en una época de recesión, propongo que se invite a participar en la operación de la nucleoelectrica a las principales instituciones educativas nacionales como la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Politécnico Nacional, con el objetivo de ganar experiencia educativa para futuras generaciones en esta fuente de energía. Con esta propuesta se podrían alcanzar los siguientes objetivos:

- 1) Se tendría una opción nacional para capacitar el personal mexicano que tendría que participar en la operación y mantenimiento de las futuras plantas nucleares.
- 2) Se utilizaría de manera más benéfica para el país un recurso sumamente estratégico y valioso como lo es el uranio natural, del cual nuestras reservas -como ya se apuntó anteriormente- nos permiten apenas la operación de dos nucleoelectricas como las de Laguna Verde.
- 3) Se economizarían recursos indispensables para el país al tener experiencia de primera mano en la generación de energía eléctrica de origen nuclear.

Aunque las recomendaciones aquí presentadas, sobretodo la de no emprender un desarrollo nucleoelectrico de mayor envergadura, no son imposibles de manera absoluta, es comprensible que su adopción enfrentaría problemas bastante serios de instrumentación política, como sería la lógica discrepancia de opiniones que se suscitaría en el seno de la administración pública, y sobretodo en el sector eléctrico, por parte de los que piensan que la energía nuclear es la única alternativa viable para sustituir a los energéticos no renovables, y la imagen internacional de México al cancelar las proyecciones futuras de un proyecto donde ya se ha invertido tanto dinero y más de 16 años de trabajo.

Sin embargo, hay reconocidos ex-funcionarios públicos que con realismo y sentido práctico enfocan el problema; por ejemplo, tomemos las palabras del Lic. Adrián Lajous, de la desaparecida Dirección General de Energía de SEPAFIN, al respecto de la necesidad de la energía nuclear:

"...la existencia de importantes fuentes de energía convencionales en México brinda la oportunidad de hacer una transición más ordenada al aprovechamiento de la energía nuclear y lograr ésta a un costo social menor. De lo que no hay duda es que debe articularse un programa nuclear vigoroso de largo plazo. Sin embargo, quisiera reiterar que vigoroso no necesariamente significa masivo."<sup>4</sup>

Sin embargo, es mi convicción personal que todos los problemas mencionados anteriormente se podrían solucionar si se aceptara la opinión mayoritaria de la sociedad mexicana, con un referéndum, la cual muy posiblemente rechazara la operación de una central tan onerosa para el país como peligrosa para la población, y, como es lo justo en una democracia, se debería emprender la ejecución de la voluntad del pueblo con determinación y energía.

---

<sup>4</sup> El Colegio Nacional[1982], pág. 130.

## Conclusiones

Si la preocupación principal detrás de la construcción de la nucleoelectrica de Laguna Verde, como muchos funcionarios han declarado públicamente<sup>5, 6</sup> es la de dotar al país de "la única alternativa viable para ofrecer un relevo a los hidrocarburos..." sería bueno dirigirse a los sectores que están más en contacto con las áreas de ciencia y tecnología de frontera, como lo son las universidades y centros de investigación en México.

Tal vez, una opción intermedia sería la de canalizar los recursos que se ahorren al posponer el desarrollo de la opción nuclear (y de proceder a la producción de electricidad en base a gas natural), hacia la investigación y desarrollo a gran escala de:

- 1) formas alternativas de hacer más eficiente el rendimiento neto de energía proveniente de los hidrocarburos por unidad de consumo; es decir que con los hidrocarburos que utilizamos actualmente se pueda generar una mayor cantidad de energía útil, y con ello se asegure que nuestras reservas de hidrocarburos duren más tiempo, permitiéndonos así mayor oportunidad de substituirlos como fuente principal de energéticos; y,
- 2) desarrollo de tecnología nacional que permitiera, de una manera rentable y continua, la utilización de la energía eólica y solar, que de manera generosa se brindan en nuestro país, que no tienen prácticamente un límite en el tiempo que estarán disponibles para su utilización (cual no es el caso de la nuclear en base a los escasos combustibles nucleares actuales) y que, con un esfuerzo bien coordinado y bien apoyado con recursos financieros del orden de los que se han invertido en la nucleoelectrica, habrían de producir resultados positivos; y que además no tendrían el inconveniente de comprometer nuestra independencia energética y tecnológica como el caso de lo nuclear.

---

<sup>5</sup> Entre ellos Juan Elbenschutz, Subdirector de Planeación de la CFE.

<sup>6</sup> PERIODICO EL UNIVERSAL, ago.7,1980, p. 1.

Otra alternativa igualmente válida es enfocar los esfuerzos hacia la mejor utilización de la energía con la que actualmente se cuenta. Usar menos energía para los mismos procesos es equiparable a producir más. Desafortunadamente, la experiencia de otros países, como los EEUU por ejemplo, muestra que a corto plazo esto es algo sumamente difícil de lograr por medio de métodos administrativos y no por políticas de precios de los energéticos. En gran medida esto se debe a que la estructura de los países con economía de mercado está hecha para utilizar una cierta cantidad de energía a un precio determinado. Usar menos energía pudiera tener efectos colaterales caros; por ejemplo, en el ámbito del transporte por carretera reducir la velocidad promedio de un camión de carga de 100 km/hora a 80 km/hora ahorraría el consumo de combustible, pero también significaría menos corridas anuales para el camión, es decir, una reducción tanto del rendimiento del capital (el camión) como de la fuerza de trabajo (el chofer). A largo plazo las políticas de conservación de energía parecen promisorias y ha sido demostrado que el diseño de vehículos automotores puede afectar efectivamente el consumo de energía de los mismos. Igualmente se puede trabajar en cuanto al diseño de edificios que requieran menos energía para su ventilación, calefacción y enfriamiento, en la planificación del tránsito en las ciudades y otras orientaciones con respecto del uso de la energía.

Se mencionó anteriormente que la decisión de modificar el proyecto de Laguna Verde es difícil pero puede hacerse. Para concluir este trabajo me gustaría citar las palabras expresadas por el ex-presidente Miguel de la Madrid, en ocasión de la presentación del Programa Nacional de Energéticos, el 13 de agosto de 1984:

"LA PLANEACION ES UN PROCESO DE PARTICIPACION SOCIAL; Por ello, este Programa [Nacional de Energéticos] involucra a todos los sectores de la sociedad. Conforme a derecho, [el Programa] es obligatorio para las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, [en cuanto a la Administración Pública Estatal y Municipal] se establecerán mecanismos de coordinación necesaria con los gobiernos de estados y municipios y [por lo

Conclusiones

---

que respecta a los sectores social y privado] SE INDUCIRAN Y CONCERTARAN ACCIONES CON LOS SECTORES SOCIAL Y PRIVADO [para la observancia del mismo].

HOMBRES VISIONARIOS RESCATARON PARA LA NACION SU PATRIMONIO ORIGINARIO. POR ELLOS EL PAIS HA PODIDO PROGRESAR Y SALVAR ESCOLLOS. NOS TOCA AHORA, EN CONGRUENCIA CON LA HISTORIA, HACER UN USO MAS RACIONAL DE NUESTROS RECURSOS Y UTILIZARLOS CON AUTODETERMINACION, PARA AFIRMARNOS COMO NACION INDEPENDIENTE Y SOBERANA."

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

AGUILAR PERIS, J. Y AGUILAR CIVERA, J.M. [1983]

DICCIONARIO DE ENERGIA SOLAR.

EDITORIAL ALHAMBRA, ESPAÑA.

ASIMOV, ISAAC [1983]

SUCESOS, EVENTOS, HECHOS, CASOS, COSAS...

LASSEN PRESS MEXICANA, MEXICO.

ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS, A.C. [1987]

INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA, 50 ANIVERSARIO DE LA C.F.E.

ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS, A.C.,  
MEXICO.

BANCO NACIONAL DE COMERCIO EXTERIOR, S.A. [1980]

COMERCIO EXTERIOR

MEXICO, ABRIL 1980, VOL. 30, NUM. 4.

BENITEZ, FERNANDO [1977]

LAZARO CARDENAS Y LA REVOLUCION MEXICANA (3 VOLS.)

FONDO DE CULTURA ECONOMICA, MEXICO.

CARRILLO CASTRO, ALEJANDRO [1975]

LA REFORMA ADMINISTRATIVA EN MEXICO.

VOL. 3, I.N.A.P., MEXICO.

CIBOTTI Y SIERRA [1977]

EL SECTOR PUBLICO EN LA PLANIFICACION DEL DESARROLLO.

EDITORIAL SIGLO XXI, MEXICO.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD [1972]

LAGUNA VERDE, PLANTA NUCLEOELECTRICA

MEXICO.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD [1988]  
DEL FUEGO A LA ENERGIA NUCLEAR  
MEXICO.

COMPANIA EDITORIAL CONTINENTAL [1985]  
EDICION COMBINADA DE ENERGIA (5 volúmenes)  
MEXICO.

CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS [1917]  
EDITORIAL PORRUA, MEXICO, 1989.

CORDOVA, F.J., GONZALEZ, B.G. ET AL. [1978]  
LA ENERGIA NUCLEAR EN MEXICO.  
ININ, MEXICO.

DECRETO QUE ESTABLECE LA COMISION NACIONAL PARA EL ESTUDIO DE LOS PROBLEMAS DE  
MEXICO EN LA POSGUERRA [1944].  
D.O. 18-II-1944.

EDITORIAL LAROUSSE [1966]  
DICCIONARIO PEQUERO LAROUSSE ILUSTRADO.  
París, Francia, 1964. 2a. Ed. 1966.

EDITORIAL CUMBRE S.A. [1982]  
ENCICLOPEDIA ILUSTRADA CUMBRE.  
U.S.A.

EL COLEGIO NACIONAL, PROGRAMA UNIVERSITARIO DE ENERGIA/UNAM [1982]  
PLANEACION ENERGETICA EN MEXICO ¿MITO O REALIDAD?  
MEXICO.

ENCYCLOPEDIA OF ENERGY [1976]  
McGraw-Hill, U.S.A.

HUNT, V. DANIEL [1979]

ENERGY DICTIONARY.

Van Nostrand Reinhold Company, U.S.A.

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY, MINISTER FOR RESEARCH AND TECHNOLOGY [1977].

ENERGY RESEARCH AND ENERGY TECHNOLOGIES PROGRAM 1977-1980.

BONN, FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY.

GALINDO, I. Y CHAVEZ, A. [1977]

ESTUDIO DEL CLIMA SOLAR EN LA REPUBLICA MEXICANA, VOL. I: RADIACION SOLAR TOTAL.

INSTITUTO DE GEOFISICA DE LA UNAM Y DIRECCION GENERAL DE SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, MEXICO.

I.L.P.E.S. [1972]

GUIA PARA LA PRESENTACION DE PROYECTOS.

ED.SIGLO XXI. MEXICO.

I.L.P.E.S. [1974]

EXPERIENCIAS Y PROBLEMAS DE PLANIFICACION EN AMERICA LATINA.

ED.SIGLO XXI. MEXICO.

JACKSON, W.M. INC., EDITORES.[1982]

DICCIONARIO LEXICO HISPANO, ENCICLOPEDIA ILUSTRADA EN LENGUA ESPAÑOLA.

MEXICO, D.F.

INICIATIVA DE LEY REGLAMENTARIA DEL ARTICULO 27 CONSTITUCIONAL EN MATERIA NUCLEAR [1979].

(PRESENTADA A LA CAMARA DE SENADORES EN DICIEMBRE DE 1977.)

D.O.26-I-1979.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES [1978]

MEMORIA DEL FORO NUCLEAR NACIONAL.

MEXICO, 1978.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES [1980]

20. ENCUENTRO SOBRE LOS USOS PACIFICOS DE LA ENERGIA NUCLEAR.

MEXICO, FEBRERO DE 1980.

INSTITUTO MEXICANO DE INGENIEROS QUIMICOS A.C., ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS ELECTRICISTAS A.C. [1982]

APUNTES DEL SIMPOSIO SOBRE LAS EXPECTATIVAS DE UN PROGRAMA NUCLEAR EN MEXICO.

MEXICO, SEPTIEMBRE DE 1982.

KAMI, MICHAEL J. [1981]

MANAGING THE UNCERTAIN 80'S

STRATEGIC PLANNING INC., MANAGEMENT CENTRE EUROPE, BRUSSELS, BELGIUM.

LEY ORGANICA DEL INSTITUTO DE NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR [1972].

D.O. 12-1-1972.

LEY ORGANICA DE LA ADMINISTRACION PUBLICA FEDERAL [1976]

D.O. 31-XII-1976.

LEY PARA EL CONTROL DE LOS ORGANISMOS DESCENTRALIZADOS Y EMPRESAS DE PARTICIPACION ESTATAL [1947].

D.O. 31-XII-1947.

LEY QUE DECLARA RESERVAS MINERAS NACIONALES LOS YACIMIENTOS DE URANIO, TORIO Y DEMAS SUSTANCIAS DE LAS CUALES SE OBTENGAN ISOTOPOS HENDIBLES QUE PUEDAN PRODUCIR ENERGIA NUCLEAR [1949].

D.O. 31-XII-1949.

LEY QUE CREA LA COMISION NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR [1955].

D.O. 31-XII-1955.

LEY QUE ESTABLECE LA CREACION DE SECRETARIAS Y DEPARTAMENTOS DE ESTADO [1935]

D.O. 31-XII-1935.

LEY REGLAMENTARIA DEL ARTICULO 27 CONSTITUCIONAL EN EL RAMO DE PETROLEO (1925)

D.O. 29-XII-1925.

LEY SOBRE PLANEACION GENERAL DE LA REPUBLICA (1930).

D.O. 12-VII-1930.

SLESSER, MALCOLM (GR. EDITOR) (1982)

MACMILLAN DICTIONARY OF ENERGY

THE MACMILLAN PRESS LTD, REINO UNIDO.

MARTNER, GONZALO. (1980)

PLANIFICACION Y PRESUPUESTO POR PROGRAMAS.

I.L.P.E.S. - SIGLO XXI, MEXICO.

MATUS, CARLOS (1972)

ESTRATEGIA Y PLAN.

I.L.P.E.S. - SIGLO XXI, MEXICO.

MATUS, CARLOS (1980)

PLANIFICACION DE SITUACIONES.

FONDO DE CULTURA ECONOMICA, MEXICO.

MEYER, LORENZO (1972)

MEXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS EN EL CONFLICTO PETROLERO (1917-1942).

COLEGIO DE MEXICO, MEXICO.

ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS (1965)

EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL EN MEXICO.

MEXICO.

ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA (OLADE) (1983)

ATLAS EOLICO PRELIMINAR DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE.

QUITO, ECUADOR.

PARTIDO DE LA REVOLUCION MEXICANA (1939)

DOCUMENTOS 2.

MEXICO.

**PARTIDO NACIONAL REVOLUCIONARIO (1933)**

PLAN SEXENAL, DOCUMENTO 1.

MEXICO.

**PARTIDO REVOLUCIONARIO INSTITUCIONAL (1976)**

PLAN BASICO DE GOBIERNO 1976-1982. (LOS 100 PUNTOS).

MEXICO.

**PARTIDO REVOLUCIONARIO INSTITUCIONAL (1981)**

PLAN BASICO DE GOBIERNO 1982-1988.

PLATAFORMA ELECTORAL. MEXICO.

**PICHARDO PAGAZA, IGNACIO (1974)**

10 AROS DE PLANIFICACION Y ADMINISTRACION PUBLICA EN MEXICO.

(ENSAYOS) INAP No.2. MEXICO.

**PROGRAMA UNIVERSITARIO DE ENERGIA, COORDINACION DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA, UNAM (1982)**

USO EFICIENTE Y CONSERVACION DE LA ENERGIA I

MEXICO.

**PROGRAMA UNIVERSITARIO DE ENERGIA, COORDINACION DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA, UNAM (1983)**

TECNOLOGIAS ENERGETICAS DEL FUTURO

MEXICO.

**REGLAMENTO A LA LEY QUE DECLARA RESERVAS MINERAS NACIONALES LOS YACIMIENTOS DE URANIO, TORIO Y DEMAS SUSTANCIAS DE LAS CUALES SE OBTENGAN ISOTOPOS HENDIBLES QUE PUEDAN PRODUCIR ENERGIA NUCLEAR (1952)**

D.O. 15-1-1952.

**ROSENZWEIG, ARTURO (1965)**

"EL DESARROLLO ECONOMICO EN MEXICO, DE 1877 A 1911."

EL TRIMESTRE ECONOMICO, No.32; Julio-Septiembre de 1965.

SANFORD A. MOSK (1950)

INDUSTRIAL REVOLUTION IN MEXICO.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA PRESS, LOS ANGELES, USA

SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL (1983)

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1983-1988.

MEXICO, 1ERA. EDICION, MAYO DE 1983.

SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL (1985)

PRODUCCION MINERA POR ESTADOS Y MUNICIPIOS DURANTE LOS AÑOS DE 1984 Y 1985.

MEXICO.

SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL (1987)

BALANCE NACIONAL DE ENERGIA 1985.

MEXICO.

SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL (1987b)

BALANCES NACIONALES DE ENERGIA 1965-1985.

MEXICO.

SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL (1988a)

BALANCE NACIONAL DE ENERGIA 1986.

MEXICO.

SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL (1988b)

BALANCE NACIONAL DE ENERGIA 1987.

MEXICO.

SECRETARIA DE LA PRESIDENCIA (1964)

INVERSION PUBLICA FEDERAL 1925-1963.

MEXICO.

SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL (1980)

PROGRAMA DE ENERGIA, METAS A 1990 Y PROYECCIONES AL AÑO 2000

MEXICO.

SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL [1981]

BOLETIN DE ENERGETICOS 08/81

SEPAFIN, DIRECCION GENERAL DE ENERGIA, MEXICO, AGOSTO 1981.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO [1980]

PLAN GLOBAL DE DESARROLLO 1980-1982.

MEXICO, 2A. EDICION.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO [1984]

PROGRAMA NACIONAL DE ENERGETICOS 1984-1988.

MEXICO.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO [1985]

ANTOLOGIA DE LA PLANEACION EN MEXICO 1917-1985. (21 vols.)

FONDO DE CULTURA ECONOMICA, MEXICO.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO [1985]

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1989-1994

MEXICO, MAYO DE 1989.

SINDICATO UNICO DE TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA NUCLEAR [1984]

LA INDUSTRIA NUCLEAR EN MEXICO, ANALISIS DE PERSPECTIVAS.

MEXICO, SEPTIEMBRE DE 1984.

THE ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA [1985]

U.S.A.

THE WORLD ALMANAC AND BOOK OF FACTS 1985 [1984]

NEWSPAPER ENTERPRISE ASSOCIATION, INC., USA.

WIONCZEK, MIGUEL S. [1965]

ANTECEDENTES E INSTRUMENTOS DE LA PLANEACION EN MEXICO: UNA BASE PARA LA PLANEACION ECONOMICA Y SOCIAL DE MEXICO.

ED. SIGLO XXI. MEXICO.

WIONCZEK, MIGUEL S. [1982]

"REFLEXIONES SOBRE LAS LIMITACIONES DE LA POLITICA ENERGETICA DE MEXICO."

FORO INTERNACIONAL, vol XXIII, Num. 1, Julio-Septiembre de 1982. El

Colegio de México, México.