

23
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA**

**"EL SECTOR ELECTRICO MEXICANO:
EVOLUCION Y PERSPECTIVAS"**

T E S I S
Q U E P R E S E N T A
MONICA ERENDIRA JIMENEZ GOMEZ
PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN GEOGRAFIA



ASESOR: MAESTRO ROBERTO DAVID GARCIA GONZALEZ CARREJO



MEXICO, D. F.

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA**

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A mis padres por su cariño, comprensión y apoyo .

A mis hermanos por todo su amor.

A mis amigos por todos los momentos gratos que hemos vivido.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco muy especialmente a la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme brindado la oportunidad de estudiar la licenciatura en sus aulas, y por el apoyo en todo momento a sus estudiantes.

Agradezco infinitamente al Mtro. Roberto David Juárez Carrejo por su asesoría en la elaboración de esta tesis, así como su constante afán de ayuda para llevar a cabo cada uno de los capítulos de este trabajo.

Así mismo, agradezco las valiosas observaciones y acertados comentarios para mejorar la calidad de la investigación a los profesores sinodales:

Mtro. Enrique Zapata Zepeda, José Luis Chías Becerril, Dr. Teresa Sánchez Salazar y Dr. Enrique Propin Frejomiil.

Expreso un especial agradecimiento al Ingeniero Carlos Espinosa González por el apoyo y facilidades para concluir este trabajo así como sus finas atenciones.

A la Lic. Oliva Parada Hernández por sus preciadas atenciones.

ÍNDICE

Pág.

INTRODUCCIÓN	1
--------------------	---

CAPÍTULO I

INIACIACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO MEXICANO.

1.1 Antecedentes Históricos	11
1.2 La Nacionalización de la Industria Eléctrica Mexicana	26
1.3 Avance del Sector Eléctrico Mexicano de 1980 a 1990	37

CAPÍTULO II

ELECTRIFICACIÓN RURAL

2.1 Generalidades del sector agrícola de subsistencia	49
2.2 Desarrollo de la Electrificación Rural	58

CAPÍTULO III

USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO

3.1 Políticas sobre el uso eficiente de la energía	85
3.2 Medidas y resultados en el ahorro de energía eléctrica	97

CAPÍTULO IV

ESTUDIOS Y ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS

4.1 Importancia de la realización de proyectos estratégicos para la generación de energía	117
4.2 Alternativas Energéticas	126
CONCLUSIONES	152
BIBLIOGRAFÍA	165
ÍNDICE DE MAPAS	169

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES:

La Constitución de 1917 consagra, en su artículo 27, el manejo exclusivo de los recursos energéticos, y en el Artículo 28, los reserva como actividades estratégicas para el Estado Mexicano. La Comisión Federal de Electricidad en 1937 y la Nacionalización de la Industria Petrolera un año después, confirmaron la convicción nacionalista del Constituyente y abrieron el camino para que el Sector Energético se convirtiera en uno de los pilares del crecimiento económico de México por más de tres décadas.

Una vez culminada la nacionalización de la industria eléctrica a principios de los sesenta y establecida la legislación que otorga también al Estado la responsabilidad en el manejo de los combustibles nucleares, el Estado contó con un Sector Energético integral, capaz de apoyar de manera sostenida el proceso de desarrollo.

El Sector Energético Mexicano ocupa en la actualidad el octavo lugar mundial en cuanto a sus reservas de hidrocarburos y el sexto lugar en su producción petrolera; la capacidad instalada en la rama eléctrica se ubica entre las primeras veinte del mundo. El Sector Energético en nuestro país es signo de progreso y modernización. Cada vez más población tiene acceso a sus beneficios. La

ampliación de la cobertura y la mejor calidad y eficiencia en el servicio son preocupaciones cotidianas en la acción gubernamental.

La modernización de la infraestructura energética ocupa un lugar primordial en la modernización global de la economía de la sociedad mexicana; el uso adecuado de los recursos no renovables, como son los hidrocarburos, está en importantísima prioridad en la actividad energética de México.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La crisis energética es un asunto de disponibilidad no uniforme (en espacio y tiempo) de recursos, de precios altos e inestables de la energía en el mercado mundial y de factores sociopolíticos en general.

En el caso de las fuentes nuevas de energía como la eólica y la solar, sus estimaciones sobre su uso se complican por el hecho de que muchas de las tecnologías para su aprovechamiento están aún bajo investigación y en desarrollo relativamente incipiente.

Según principios geológicos, los recursos energéticos de menor calidad (densidad energética) que los actualmente utilizados, están más ampliamente distribuidos. Su explotación podría por ende reducir las tensiones, problemas políticos y económicos asociados con la actual concentración desigual de las reservas de hidrocarburos y carbón en algunas zonas geográficas.

Entre los recursos energéticos con mayor distribución geográfica están el solar, el eólico y la biomasa. Actualmente su contribución a la oferta energética mundial es insignificante, pero sin duda son de gran importancia como opciones de largo plazo, y podrían junto con otras fuentes nuevas como la fusión nuclear y la geotermia, satisfacer los futuros energéticos de la población.

Como parte del problema es importante tomar en cuenta el crecimiento económico, el crecimiento de la población, el estilo de vida y las políticas económicas y energéticas que se han ido adoptando.

Los datos históricos parecen apuntar que la demanda de energía y el crecimiento económico están fuertemente correlacionados, así, predecir la demanda energética equivale a predecir el crecimiento económico. Los escenarios energéticos deben tomar en cuenta además, que esta correlación podría verse afectada por el resultado de políticas energéticas tendientes a la conservación y uso racional de la energía.

Desafortunadamente, la situación es muy complicada; por una parte los diferentes recursos energéticos no están igualmente disponibles; ni sus costos de explotación, ni las inversiones de capital requeridas son iguales, y existen altos costos del transporte de energía. Por otra parte, los equipos disponibles en el mercado y empleados en diferentes actividades, han sido diseñados para

consumir un cierto tipo de energía y no siempre pueden adaptarse fácilmente al uso de otras fuentes, por lo tanto, la adquisición de tecnología del exterior por un país o una región dados implica necesariamente una demanda de cierto tipo de fuente de energía.

Así, los pasos que dé México en materia de electrificación deben de estar regidos por un marco global de políticas energéticas y de desarrollo económico, tecnologías propias y proyectos de investigación y desarrollo que se ajusten a los recursos y necesidades del país.

HIPÓTESIS:

El incremento de la potencia instalada y la producción de energía eléctrica en los últimos veinte años es uno de los índices que muestran el progreso económico de México. Esto está dado tanto al creciente ritmo en el consumo de energía por parte de las industrias como al crecimiento de las ciudades, al acelerado aumento de construcción de grandes y modernos edificios y casa-habitación, sin olvidar el mejoramiento del nivel de vida de diversos sectores de la población.

El avanzado desarrollo que ha tenido el sector eléctrico no ha sido suficiente, pues aproximadamente cerca del 90 % de la población mexicana cuenta con este servicio. Muchas regiones del sureste, sur y zonas montañosas así como desérticas, no disponen de este servicio porque se encuentran muy retiradas

unas de otras y la mayor de las veces el acceso es difícil y costoso. También otro aspecto importante de considerar es que la red eléctrica está mal distribuida en el territorio, pues se concentra la mitad del total de generación en la porción central del país, donde además de estar concentrada la mayor parte de la población, es donde se encuentran los corredores industriales más importantes.

Por otra parte en la región norte del país se concentra casi un 38 % de la capacidad generada, y es en esta región donde además de la baja densidad de población, se consume mucha electricidad por el uso del aire acondicionado, pues estos estados son víctimas de los estados del tiempo extremos, en épocas de verano las temperaturas alcanzan entre los 45 °C y 50 °C, y en época invernal el termómetro registra temperaturas bajo cero. De esta suerte, los estados del sur y sureste quedan con un casi 15 % de la capacidad total para satisfacer las necesidades de una población que en su mayor parte se dedican a la agricultura y a la ganadería, además de la caza y la pesca.

OBJETIVO GENERAL:

Establecer la importancia de la electrificación nacional para el desarrollo y progreso de México destacando la electrificación rural, así como la importancia de hacer y mantener políticas energéticas tendientes a la conservación y uso racional de la energía.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- A) Realizar una evaluación del desarrollo que ha tenido el Sector Eléctrico Mexicano desde los inicios en 1891 hasta 1996.**
- B) Conocer las diferentes alternativas energéticas como posibles soluciones para no basar la energía eléctrica en meros recursos no renovables como el petróleo y el carbón.**
- C) Evaluar geográficamente la electrificación nacional .**

METODOLOGÍA Y CONTENIDO:

Los trabajos que se han realizado en torno al Sector Eléctrico Mexicano con un enfoque geográfico son pocos, entre ellos se encuentran los mapas de la red eléctrica de México que forman parte del Atlas de México, realizado por el Instituto de Geografía (UNAM). Sin embargo son variados los trabajos en este tema dentro de otro contexto como a ingeniería.

El Sector Eléctrico Mexicano a representado a lo largo de los años, desde su creación, un factor elemental para el desarrollo económico de México, pues sin energía no hay progreso. Como la energía cambia el entorno del hombre y hace más fácil sus actividades sociales y económicas, ha sido motivo de estudio en esta tesis como un nuevo tema de estudio de la Geografía considerada como una ciencia social.

La información que se presenta en este trabajo fue basada en una investigación documental teniendo como prioridad bibliografía e información estadística de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) por ser parte fundamental del tema de estudio, además de autores diversos estudiosos de la materia.

Un aspecto importante contemplado para el enriquecimiento del trabajo, fue los conflictos de tipo social que surgen del reacomodo de los poblados por la construcción de presas. Sin embargo no fue posible contar con ella al no tener acceso a esta clase de información, pese a las cartas de atención para otorgar facilidades en la obtención de información en la investigación.

Este trabajo se compone de cuatro capítulos que dan un panorama general de los logros obtenidos en materia de electrificación nacional, teniendo un en gran consideración la electrificación rural. También se muestran las diferentes políticas energéticas que se han realizado para el uso y conservación eficiente de la energía, así como alternativas energéticas para la generación de energía como vía para no continuar basando la energía generada por recursos no renovables.

Así, en el primer capítulo se da a conocer cómo ha sido el surgimiento del servicio eléctrico mexicano, su evolución y desarrollo a través de los años desde sus inicios en 1881, año que se estableció en la capital de la República la Compañía Mexicana de Gas y Luz Eléctrica, primera empresa dedicada a la generación y

venta de energía eléctrica para el alumbrado público, transportes urbanos y usos domésticos; hasta nuestros días , con la construcción y puesta en funcionamiento de la primera Central Nucleoeléctrica.

En el segundo capítulo se trata la electrificación rural como un aspecto económico-social rezagado y de vital importancia para su desarrollo y prosperidad. El electrificar un poblado campesino significa efectuar en él una transformación radical de seres y de cosas; modifica al hombre y mueve su impulso natural para regenerar su medio. Así, la energía eléctrica representa en el medio rural un elemento de destacada importancia en la infraestructura necesaria para elevar la producción e incrementar su productividad.

El tercer capítulo, se hablará de la fundamental necesidad de hacer un uso más eficiente de la energía, con el fin de no comprometer la disponibilidad de ésta para las futuras generaciones. Se destaca como prioridad el fomento de una cultura del ahorro de energía, que al mismo tiempo contribuya a no deteriorar el equilibrio ecológico. En este capítulo se verá las acciones correctivas de iluminación que han sido factibles de aplicar desde el punto de vista técnico y económico en almacenes, tiendas de autoservicio, edificios de oficina, escuelas y hospitales.

En el cuarto capítulo, se tratará la importancia y la necesidad de realizar proyectos de demostración o exploración con el objetivo de buscar nuevas oportunidades de generación de energía para las nuevas necesidades de transmisión y distribución, así como sus efectos en el medio ambiente involucrando tecnologías de punta.

También se tratará la diversificación de fuentes de energía para la generación de electricidad con el fin de no basar la generación de energía en el petróleo ni en el carbón nacional para no agotar los recursos no renovables. Sin embargo, el predominio de la generación de energía por medio del petróleo y gas continuará por lo menos hasta finales de este siglo, pero sin que ello constituya una subordinación para una sola fuente o desperdicio de un recurso.

La disponibilidad de petróleo está garantizada pues el sector que administra este energético hace frente con éxito a su responsabilidad de satisfacer las necesidades del país. Simultáneamente se trabaja en el desarrollo de otras fuentes disponibles, las cuales sus recursos para su operación son renovables o simplemente más económicos como las Hidroeléctricas y las Geotérmicas, que de acuerdo con algunas tecnologías actuales la consideran como más bien un recurso no renovable.

Por último se hace mención de la nueva Planta Nucleoeléctrica como solución a la creciente demanda de energía, tanto por su bajo costo y reservas de uranio como por su durabilidad y por no causar daños ambientales.

CAPÍTULO 1

INICIACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO MEXICANO

1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

La era de la electricidad empezó en México poco tiempo después de su iniciación en los Estados Unidos de América y en Europa Occidental. Hacia fines de la penúltima década del siglo XIX, apenas diez años después, de la introducción generalizada de la energía eléctrica en las regiones más avanzadas del mundo. México podía también vanagloriarse de haber entrado a la era de la electricidad, pues varias pequeñas plantas generadoras propiedad de mexicanos, proporcionaban energía a empresas mineras y manufactureras e iluminaban unas cuantas zonas urbanas importantes. Así comenzó a formarse el panorama, "cuando las fuerzas elementales del agua se adomeñaron de distritos de riego y de los embalses de las presas, y se despertó de su letargo el genio de la electricidad"¹. En México, el fluido eléctrico llegaría a ser uno de los símbolos de la soberanía nacional sobre sus recursos naturales y desde luego, promotor de su desarrollo.

Entre 1891 y 1900 una inversión bruta de alrededor de 275 millones de dólares se canalizó hacia la instalación de plantas generadoras de energía eléctrica en

¹ CFE/MEX. **Desarrollo de la Industria Eléctrica Mexicana**. México 1957. Cap. V, p. 34

Estados Unidos, en el decenio inmediato posterior, los inversionistas británicos, canadienses y norteamericanos dedicaron 75 millones de dólares al mismo propósito en la mucho menos diversificada economía de México. Casi 150 000 kilovatios, cuatro quintas partes de los cuales se generaban en las plantas hidroeléctricas y el resto en termoeléctricas, se sumaron a la insignificante capacidad de generación de que se disponía hacia el año de 1900.

En los principales centros urbanos, industriales y mineros de la República, se construyeron más de cuarenta plantas generadoras; cerca de 1000 personas encontraron empleo en la nueva actividad, y la sustitución de la energía humana y animal por energía eléctrica dio nuevo impulso a los principales sectores de la economía mexicana.²

De 1902 a 1906, cinco grandes compañías británicas, canadienses y norteamericanas entraron a la industria mexicana de generación de energía eléctrica, y durante los siguientes cuarenta años, esas mismas compañías constituirían la columna vertebral de esa industria. La mayor parte de las pequeñas plantas generadoras propiedad de mexicanos fue adquirida, absorbida y modernizada o, en algunos casos, arruinada por las grandes empresas extranjeras.

² CFE. Evolución del Sector Eléctrico Mexicano. 40 aniversario. México 1977. p. 65

Con el petróleo y las vías de comunicación, éste recurso tenía reservado un papel muy importante en la hazaña del despegue económico mexicano. Poniendo como pretexto que lo hacía en nombre de la civilización y del progreso, el gobierno porfirista abriría las puertas de nuestra patria a las inversiones extranjeras que se suponía, serían las salvadoras de la economía. Los resultados fueron rápidamente evidentes: un estatuto de privilegios para los extranjeros, y una explotación de nuestros naturales mientras crecía el empobrecimiento general de las grandes mayorías.

"En ese ambiente de garantías al capital extranjero y de opresión política de los mexicanos, llegaron las primeras plantas en México. Pero no habría sido llevada al medio rural la energía eléctrica, con el propósito de alumbrar la noche a los pobres, proporcionar o aliviar las cargas pesadas del trabajo del hombre. Su destino inmediato sería otro." ³

Entre los años de 1905 a 1911 las nuevas empresas extranjeras constituyeron cuatro principales sistemas de generación en diferentes partes de la República. Sin embargo, durante las últimas dos décadas del siglo XIX y en los primeros del presente siglo funcionaban en la extensión de nuestro territorio 177 plantas y se contaba con empresas eléctricas privadas, que daban servicio público en las

³ CFE. Evolución del Sector Eléctrico Mexicano. 40 aniversario. México 1977. p. 80

ciudades de México, Campeche, Guadalajara, Guanajuato, Mazatlán, Orizaba, Hidalgo del Parral, Puebla, Tampico, Tehuantepec, Toluca, entre otras.⁴

Los iniciadores de esta obra de la electrificación en México son los empresarios que trajeron la primera planta termoeléctrica a León, Guanajuato, y también los que en 1889, instalaron en Batopilas, Chihuahua la primera hidroeléctrica, que tuvo una capacidad de 22.38 Kw. Junto a ellos queda el testimonio de las plantas puestas en servicio por las compañías textil de San Idelfonso, Industrial de Orizaba, De luz y potencia El Portezuelo, Mexicana de electricidad, Segura y Branif, y otras que también deben ser consideradas entre las primeras.⁵

Los servicios eléctricos tuvieron en México un primer mercado: el surgido por el trabajo en las minas durante los procesos de extracción, fundición y refinación de metales, y el derivado de una industria incipiente que fue creciendo hasta concentrarse en fábricas de hilados y tejidos, molinos de harina, fábricas de cigarros y cervezas, artículos de yute, vidrio, madera, etc.

En aquellos años se le consideraba a México un país de riquezas naturales no explotadas, así, el canadiense Fred Stark Pearson comprobó la posibilidad de aprovechar los recursos hidráulicos que ofrecía la región de Necaxa. A iniciativa suya, se organizó en 1902 en Ottawa, Canadá la "The Mexican Light and Power,

⁴ Lara Beaucliff, C. *La Industria Eléctrica en México. 50 años de Revolución.* México 1976. p. 44

⁵ *Ibidem*, op cit. 58p.

Co. Ltd *; empresa cuyo primer paso consistió en adquirir los derechos de explotación de las caídas de agua, ya en poder de una compañía francesa, la Société Do Necaxa. Así, sucesivamente, la mayor parte de las plantas generadoras propiedad de mexicanos, fueron absorbidas por extranjeras.⁶

Para finales del gobierno de Porfirio Díaz y los comienzos de la Revolución, las compañías extranjeras controlaban las concesiones más redituables de la generación de energía eléctrica. Esas concesiones habían sido recibidas directamente del gobierno de Díaz o compradas a los concesionarios nacionales originales. Así el papel de los mexicanos se vio paulatinamente reducido a proporcionar fuerza de trabajo para las plantas eléctricas, mercados para aquella parte de la producción que excedía las necesidades de las minas e industrias manufactureras controladas por los extranjeros y, en unos cuantos casos, a ejecutar como miembros de los consejos de administración de las empresas eléctricas.

Retomando una de las causas importantes por la que los extranjeros invirtieron en México, como es el interés de los cuantiosos recursos hidráulicos, los inversionistas apoyados por el presidente Díaz y sus consejeros, trajeron la energía eléctrica como componente importante de una estructura industrial moderna.

⁶ CFE. 40 aniversario, op. cit. p. 71

Existen muchas pruebas de que el gobierno de Díaz se mantuvo al tanto de los avances técnicos alcanzados en Estados Unidos y en Europa. En 1894, cuando se instalaron las primeras plantas hidroeléctrica, en México se promulgó un decreto que complementaba la Ley sobre vías generales de Comunicación de 1888. Este decreto aclaraba el concepto del control federal sobre los recursos hidráulicos nacionales e introducía por vez primera, en relación con el desarrollo de esos recursos, la figura jurídica de "concesión".

Sin embargo, éste decreto de 1894 no sólo sujetó prácticamente al control federal todas las corrientes de agua existentes sino que confirió al Poder Ejecutivo, la autoridad adecuada para otorgar concesiones para la irrigación y generación de energía con propósitos industriales. Asimismo, en el decreto se concedían excepciones fiscales, por el lapso de cinco años, a las plantas hidroeléctricas, excepciones de derechos aduaneros sobre el equipo importado, y se atribuía facultad al gobierno federal para expropiar, con la debida compensación, claro, los predios susceptibles de ser utilizados por los inversionistas privados para la instalación de plantas de generación. También, se preveía en el decreto que la fijación de las tarifas eléctricas estaría sujeta a la aprobación del gobierno federal.

El control federal sobre los recursos hidráulicos fue una de las múltiples manifestaciones del largo conflicto entre las fuerzas centralizadoras del gobierno

de Díaz y los defensores de los derechos de los estados y municipios, que se apoyaban en los principios de la Constitución de 1857. Es claro que los estados y municipios defendían no sólo su relativa autonomía, sino también los ingresos que derivaban de las concesiones para múltiples usos de los recursos hidráulicos. Para esto, el gobierno federal perseguía el objetivo de asegurar un perfecto control de los mismos recursos, el cual en vista de los progresos técnicos en el exterior, ofrecía por una parte, nuevas e importantes posibilidades de acrecentamiento del poder político y financiero, y por otra, una herramienta más para la puesta en práctica de las políticas del desarrollo económico.

Para las últimas décadas del siglo XIX, los inversionistas británicos mantenían todas sus inversiones en las actividades industriales y comerciales en México. Por ello, no es extraño que hayan sido ellos y los canadienses, más que los estadounidenses, los que dieron el impulso inicial al desarrollo de los recursos energéticos del país, en tanto que los norteamericanos prefirieron canalizar sus inversiones hacia la minería y los ferrocarriles.

“Entre los años de 1900 y 1910, es probable que el capital británico haya representado cerca del 85 % de las inversiones extranjeras totales en la generación y distribución de energía eléctrica, frente a 55 % en la extracción de petróleo, 35 % en los ferrocarriles y 15 % en la minería. La participación de los

Estados Unidos, en cambio, era de sólo algo más de 15 % en los servicios públicos, 40% en el petróleo y los ferrocarriles y 60 % en la minería." ⁷

Las autoridades municipales y los pequeños empresarios no eran los únicos descontentos con el funcionamiento de las empresas eléctricas durante el porfiriato. Incluso, durante períodos de rápida expansión industrial en esa época, los intelectuales no alineados a la dictadura de Díaz empezaron a expresar diversas quejas.

Andrés Molina Enríquez, uno de los precursores intelectuales de la Revolución, sometió a un examen de revisión, la legislación en vigor sobre los recursos hidráulicos y sugirió su fortalecimiento. Molina Enríquez, al considerar que la política gubernamental hacia los concesionarios era demasiado débil, exageradamente liberal y carente de propósitos definidos a largo plazo, defendía el control federal sobre los recursos acuíferos.

Particularmente manifestó su descontento con el hecho de que las concesiones para la generación de energía tuviesen duración indefinida, además de que se concediesen exenciones de impuestos excesivas y no existiera una reglamentación efectiva de las tarifas. Él sugirió que las concesiones no debían otorgarse a perpetuidad, que debía uniformarse dicho régimen de exenciones y

⁷ Comisión Federal de Electricidad. 40 Aniversario. Evolución del Sector Eléctrico Mexicano. México 1977. p. 65

que las autoridades federales no sólo debían reglamentar el establecimiento de tarifas, sino revisarlas cada quinquenio. Además sugirió que los impuestos se establecieran en relación con el nivel de los precios de electricidad y que un porcentaje de recaudación así obtenida se destinase a subsidiar las obras de irrigación y el desarrollo industrial.

Poco después, a fines del porfiriato, se puso en marcha el Primer Programa nacional de irrigación. Entonces Molina Enríquez no sólo propuso que la política de tarifas tomara en consideración los costos reales de la energía y las diferencias regionales de nivel de ingresos, sino que también reclamó la elaboración de un plan nacional para la utilización de los recursos hidráulicos.

Molina Enríquez no era el único en mantener estos puntos de vista, en muchos lugares estaban naciendo nuevas ideas sobre la necesidad de introducir un cambio en la naturaleza de las relaciones entre las empresas de servicios públicos y el Estado.

El gobierno de Díaz tomó nota de las críticas de los intelectuales y de los agravios del público. Muy poco antes de la caída del dictador, en 1910, fue aprobada una nueva legislación en materia de recursos hidráulicos. En ella se podían ver ideas de Molina Enríquez, porque se tornaban más rígidas las condiciones en que podían otorgarse las concesiones para la generación hidroeléctrica. Pero las

principales compañías eléctricas de México no tomaron muy en cuenta estas nuevas hostilidades, pues confiaban en el gobierno porfirista, porque estaban convencidos que la época del depotismo ilustrado nunca se terminaría de manera abrupta y violenta.

"La capacidad instalada en 1900, para toda clase de servicios se ha estimado en alrededor de 20 mil kilovatios. Así empezó la industria eléctrica, en escala muy modesta, con recursos del país en su mayor parte".⁸

Esta característica tendió a desaparecer al comenzar sus trabajos dos grupos importantes de empresas de capital extranjero, la Mexicana de Luz y Fuerza y la Impulsora de Empresas Eléctricas, que por su gran poderío absorbieron en sus sistemas a las plantas independientes. El desarrollo incontenible de las dos empresas en el período 1910-1930 mostró de inmediato las ventajas inherentes a la operación eléctrica en grandes sistemas que, junto con la creciente demanda de energía para el alumbrado público, transportes urbanos e industrias, condujo a un rápido aumento a la capacidad instalada y a un grado ascendiente de control con los dos grupos principales sobre la industria de energía eléctrica. "Así la capacidad instalada pasó de 120 mil kilovatios en 1920, a unos 350 mil kilovatios en 1926, y a 510 mil kilovatios en 1930. Para este último año, los dos grupos de empresas poseían el 80 % de la capacidad total disponible en el país."⁹

⁸ Lara Beutell C. *La Industria de Energía Eléctrica, México 50 años de Revolución*. Edit. Fondo de Cultura Económica. México 1976, p. 142

⁹ Comisión Federal de Electricidad. *Evolución del Sector Eléctrico Mexicano*. México 1977, p. 145

Durante este periodo de crecimiento hasta 1926, no existió reglamentación específica y de regulación alguna de la industria eléctrica. El régimen de concesiones se limitaba a estipular las condiciones de orden más general en que deberían operar las compañías. Salvo la cuota específica para el servicio industrial, los precios de venta de la energía se mantuvieron hasta el 1930 a un nivel constante, independiente de la clase de servicio prestado o del monto consumo.

Las pocas tarifas que existían eran de las llamadas en línea recta y se cobraban a 30 centavos por kwh entregado al consumidor final. En suma, en ese período hubo construcción de plantas eléctricas, pero no una política para electrificar al país.

Estos defectos, influidos después por factores ajenos a la industria eléctrica, siguieron y se acentuaron hasta la quinta década. Así el crecimiento de la demanda casi siempre superaba a la capacidad instalada; el servicio no ofrecía seguridad en el suministro constante de energía, se establecieron sistemas con características técnicas que dificultaban su interconexión; y la distribución geográfica de las plantas generadoras no respondía a las necesidades regionales del país.

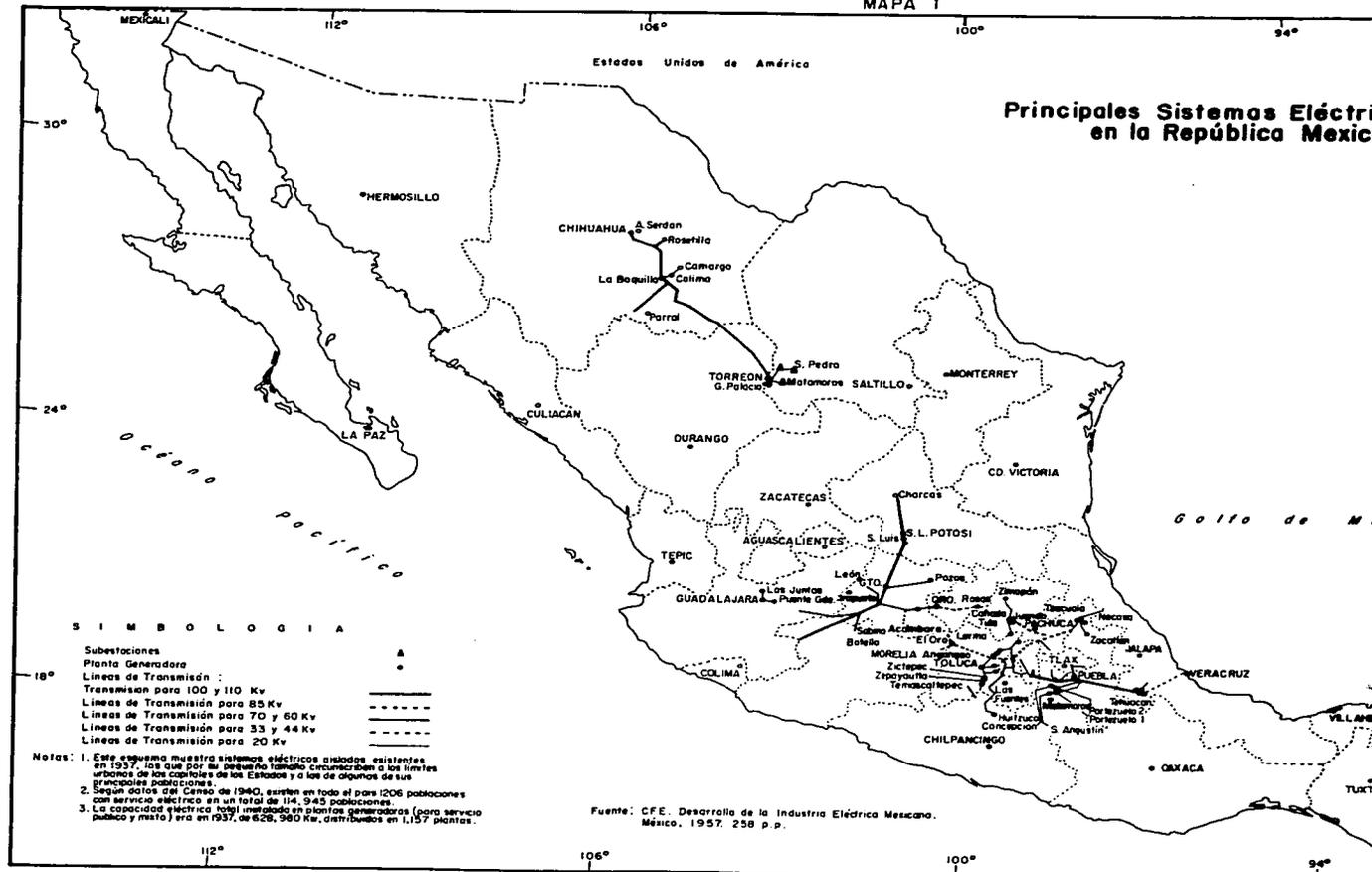
Esta situación de cosas no se modificó hasta 1933, en que se expidió la Ley de la Industria Eléctrica que reguló tarifas y sentó un régimen jurídico en que se consideró la industria eléctrica como servicio público y sus prestaciones un monopolio que debía ser regulado y vigilado por el Estado. La inversión en plantas eléctricas realizada entonces, sólo por compañías privadas, no demoró en contraerse ante expectativas de ganancia estimada insuficiente para enfrentarse al rápido crecimiento de la demanda a causa del desarrollo económico del país.

"Durante el período 1930-1934, la capacidad de generación creció sólo el 9.3%. En el período 1937-1943, la capacidad instalada en servicio público aumentó en menos del 1% anual"¹⁰. La inversión se realizó prácticamente sólo en trabajos de mantenimiento indispensables y en plantas privadas de alguna industria. En el mapa No. 1 se ilustran los principales sistemas eléctricos interconectados en la República Mexicana en 1937. En este mapa se observa que en los estados del centro del país estaba concentrada los sistemas eléctricos, y solo uno en Chihuahua dejando el noroeste, noreste y el sur-sureste sin electrificación.

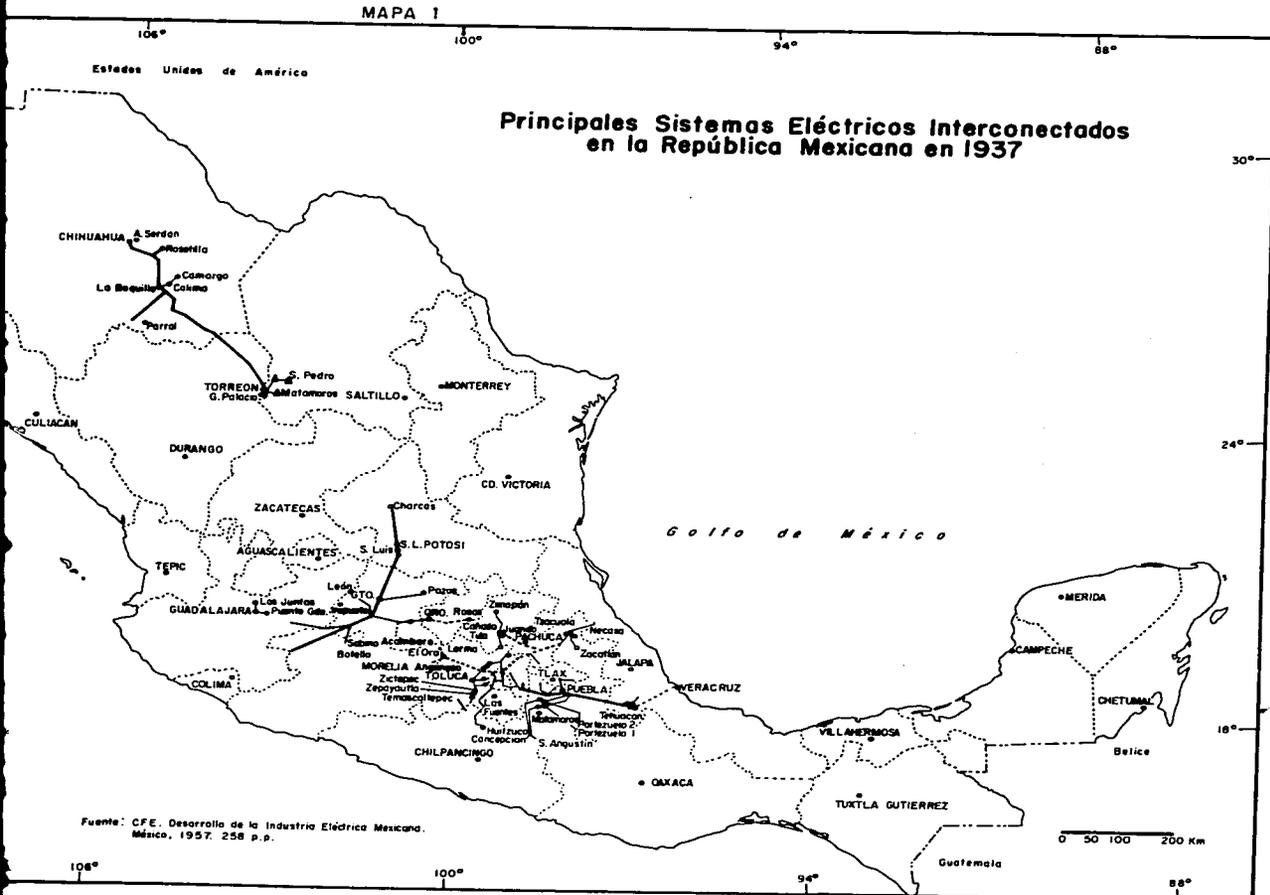
En primer lugar, en el caso del noroeste y noreste siempre se ha tenido muy baja densidad de población, pues las condiciones climáticas son muy extremosas, además de tener suelos poco productivos. Como es obvio, la alta densidad en el centro del país se ha debido a factores de carácter nacional, social y económico. Entre los más importantes está los climas, la riqueza de los suelos, la existencia

¹⁰ *Ibidem*, p. 54

MAPA 1



MAPA 1



de vastos recursos minerales, la posibilidad de desarrollar ganadería y la relativa cercanía de las costas del Golfo y del Pacífico.

Las inversiones públicas para la energía eléctrica aumentaron sostenidamente durante todo el período, desde tres millones de pesos en 1938, año en que inician, hasta 763 millones de pesos en 1959 y una inversión programada de 1400 millones en 1960. Durante este lapso, la inversión pública total creció muy rápidamente, lo mismo ocurrió en el sector de energía eléctrica, que participó de ese total en forma creciente: "de 1.4% en 1939-1942, a 3.4% en 1943-1947, 8% en 1948-1952, 7% en 1953-1957 y alrededor de 11% en 1958-1960, tomando en cuenta lo programado para 1960. Semejante inversión debe evaluarse a la luz del efecto que tuvo en el crecimiento del ingreso nacional, pues si las sumas destinadas a ampliar la oferta de energía eléctrica hubieran sido invertidas en otros sectores, no habrían tenido tanto alcance, como lo demuestra la etapa de estancamiento de la electrificación anterior a 1939"¹¹

Por otra parte, la inversión privada que tal vez se hubiera realizado en ausencia de la inversión oficial, tendría que haber dependido de un cambio completo en la política de tarifas y de aumentos en los precios, así como de una mayor flexibilidad y actitud en el resto de las reglamentaciones a las empresas eléctricas. Todo esto hubiera sido contrario a la política de desarrollo económico

¹¹ Lara Beutell. *La Industria de Energía Eléctrica. México 50 años de Revolución*. Fondo de Cultura Económica. México 1976. p. 78

del país en aquella época, pues se necesitaba no sólo energía eléctrica, sino electrificación concebida y realizada de acuerdo con un plan nacional.

En 1960 la industria de energía eléctrica pasó a ser una actividad pública del más completo carácter nacional. El Estado adquirió los bienes de los dos grupos de empresas privadas que operaban en el país: la Impulsora de Empresas Eléctricas y la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza, ambas constituidas con capital privado internacional. Pasaron así a poder de la nación 954 mil kilovatios de capacidad y un porcentaje elevado de los sistemas de distribución existentes, hasta esa fecha en manos de dichas compañías.

Ello debió conducir al fortalecimiento de los ingresos por concepto de servicios eléctricos para hacer frente a las necesidades futuras de financiamiento, dentro de una planificación regional y nacional de las actividades eléctricas y una centralización de los recursos disponibles. En cierta medida esto ya se ha logrado en los sistemas de la Compañía Federal de Electricidad y de otras empresas estatales.

1.2 LA NACIONALIZACIÓN DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA MEXICANA

Establecidas las condiciones legales y económicas en las cuales se basaría el desarrollo de sus actividades, de acuerdo con la histórica Ley del 14 de agosto de 1937, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), emprendió una etapa de logros rápida y verdaderamente importantes; y "...fue mejor cuando el 11 de enero de 1949 el presidente de la República en turno, Lic. Miguel Alemán Valdés, expidió el decreto que hizo a la CFE un organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio".¹² Así, durante el período comprendido del 1944 a 1960, su acción se dejó sentir de tal modo en el campo de la producción de electricidad, que los principales consorcios extranjeros, todavía relacionados con el país, la poderosa American and Foreign Power Co. y The Mexican Light and Power Co., empezaron a perder terreno frente a la joven institución.

Desde la creación de la CFE, el Estado mexicano tomó parte activa en el área del servicio público de energía eléctrica, y en las inversiones que en el lapso mencionado anteriormente se efectuaron dentro de esta industria, hasta alcanzar la suma de 7 500 millones de pesos; 2 500 correspondieron a las compañías extranjeras antes mencionadas, en tanto que la CFE realizó el doble, o sea, la cantidad de 5 000 millones. Al finalizar el año de 1960, el organismo estatal

¹² Comisión Federal de Electricidad. *Desarrollo de la Industria Eléctrica Mexicana*. México 1957. Capítulo V. p. 81

poseía el 54% de la capacidad instalada para atender el servicio público de energía eléctrica.

Para el año de 1960 se planteó la necesidad de ubicar a México como un país en desarrollo económico, y para esta integración la electrificación era un factor muy importante. Por ésta razón, a la CFE le fue confiada la tarea de llevar a cabo un plan para distribuir dos millones de kilowatts, que representaba, la cantidad calculada para cubrir las necesidades de México hasta 1966. En este programa estaba contemplado un suministro creciente de fluido a las pequeñas poblaciones rurales, y al sector campesino en general.

Las principales fuentes de energía con las que se contaba para entonces eran la hidráulica y la obtenida de la utilización del petróleo. La geotermia se encontraba en etapa incipiente de exploración. Sin embargo, se realizaban investigaciones para determinar sus alcances y las posibilidades que ofrecían los mantos subterráneos de aguas y de vapores calientes. Para entonces, en Pathé, Hidalgo ya existía una pequeña planta de 500 kw. movida por energía geotérmica, así que continuaron las investigaciones en esa región y se emprendieron otros estudios en lugares cercanos a Mexicali, Baja California.¹³

"Al concluir 1959, en el panorama de las inversiones extranjeras en la rama eléctrica, destacaban las siguientes empresas: Mexican Light and Power Co.

¹³ *Ibidem*, op. cit. p. 92

(Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz), de capital anglo-norteamericano-canadiense, cuyas subsidiarias eran la Compañía de Fuerza del Suroeste de México, cuyas instalaciones funcionaban en un sistema interconectado; la Impulsora de Empresas Eléctricas, controlada hasta marzo de 1960 por la American and Foreign Power, Co., subsidiaria de la Electric Bond and Share, Co. de Nueva York e integrada por las compañías Eléctrica Mexicana del Norte, Eléctrica Mexicana del Sureste, Eléctrica de Tampico y Eléctrica de Mérida; y por último, la Compañía de Tranvías y Luz y Fuerza de Monterrey.¹⁴

"De 1959 a 1960, la CFE puso en marcha varias plantas con capacidad total de 308,000 kw, con lo que el total de la capacidad instalada en la República Mexicana ascendió a tres millones de kw".¹⁵

Las plantas más importantes puestas en servicio en los primeros años del gobierno del presidente Adolfo López Mateos fueron la Temascal, Oaxaca con 154,080 kw, en cuatro unidades de 38,520 cada una; la tercera unidad de San Jerónimo, en Monterrey, Nuevo León con 37,500 kw, la primera unidad de El Fuerte, Sinaloa con 20,000 kw, las dos primeras unidades de Catemaco, Veracruz, con un total de 8,000 kw, y una ampliación a Villahermosa, Tabasco con 8,050 kw. En el mapa No. 2 se presentan los principales sistemas eléctricos interconectados en la República Mexicana en 1960. Se observa también que la

¹⁴ CFE. Evolución del Sector Eléctrico Mexicano. 40 aniversario. México 1977. p. 145

¹⁵ López Gallo M. Economía y Política en la Historia de México. Edit. El Caballito, México 1980. p. 517

red de energía ya se había extendido en el noroeste y noreste, que como se señaló en el mapa 1, carecían de una red eléctrica, así también se había propagado del centro hacia el Pacífico medio la electrificación.

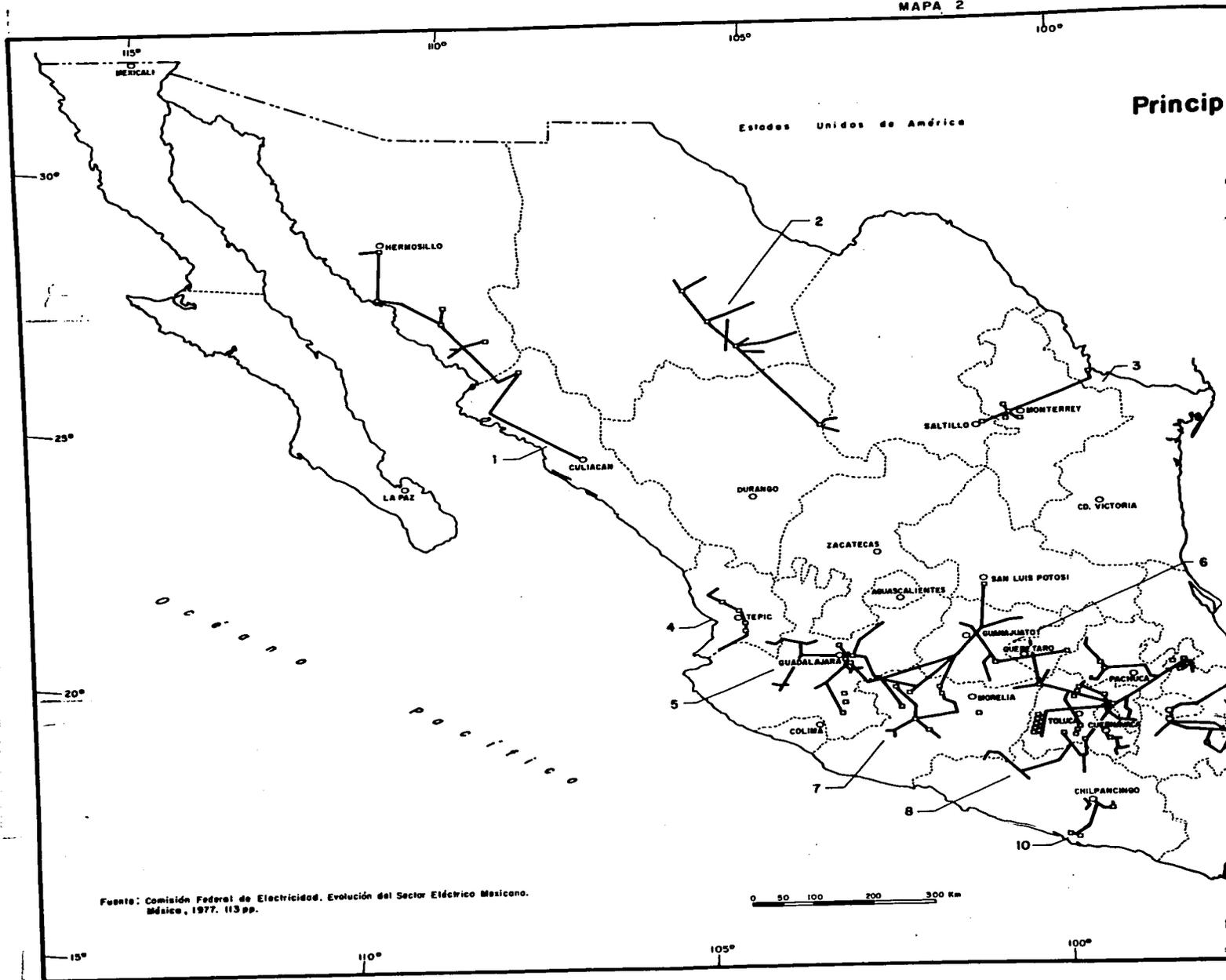
Esto es debido a que la densidad de población ha ido modificándose en diversas regiones, pues mediante el adelanto económico se establecen mejores vías de comunicación. Por ello el grueso de la población mexicana a habitar cada vez más la zona central del país, desplazándose también a las nuevas comarcas agrícolas de los valles de Mexicali, yaquí, Mayo y Bajo Río Bravo, cuencas del Papaloapan y Tepaltepec, solo por mencionar los más importantes.

Durante 1960 se encontraban en construcción veinte plantas, con capacidad total de 1900,000 kw. Las más importantes eran:

a) HIDROELÉCTRICAS

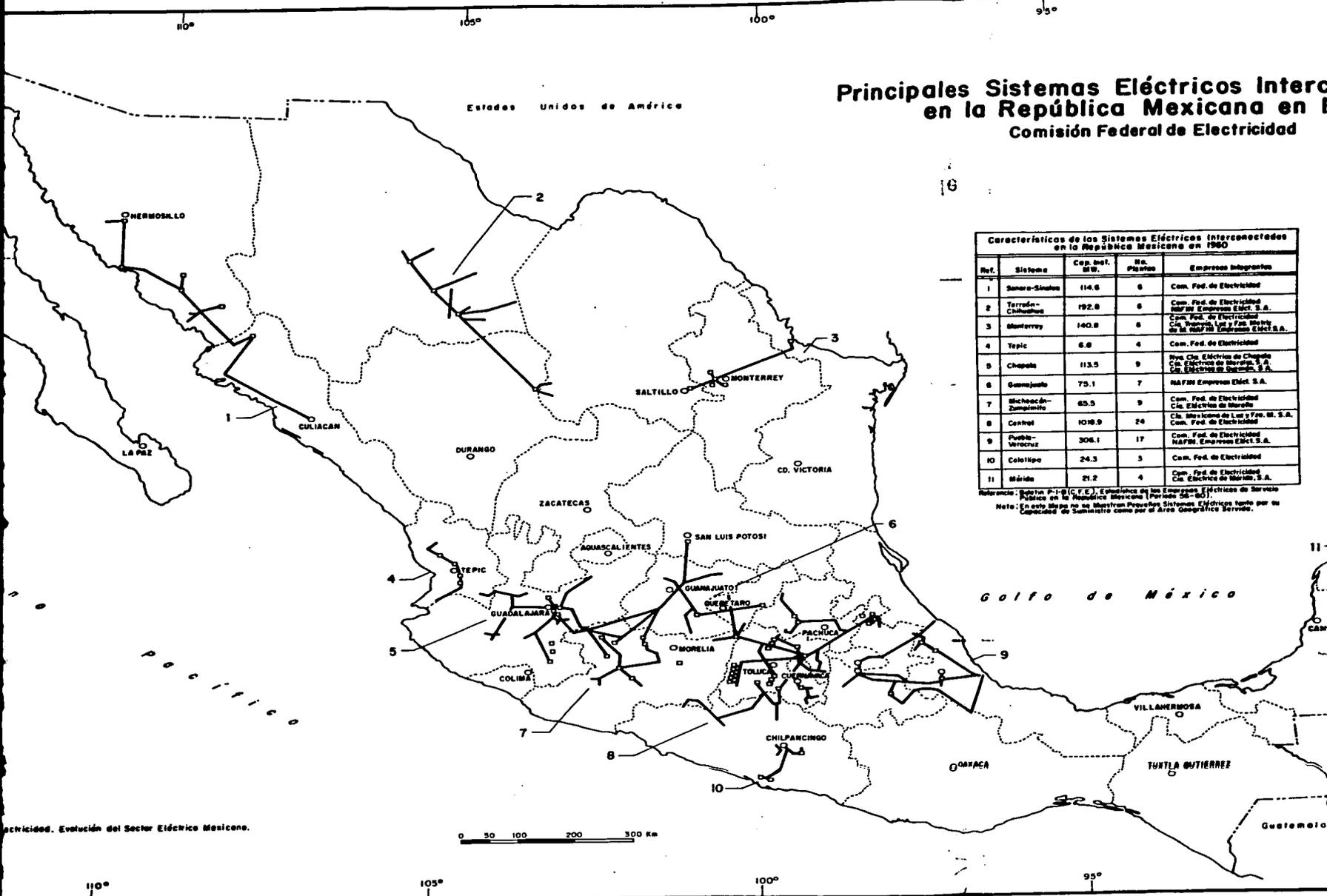
La del Infiernillo, en Michoacán y Guerrero, con 672,000, la de Mazatepec, Puebla con 208,800 kw; la de Cupatitzio, Michoacán con 72,450 kw, la del Novillo, Sonora con 90,000 kw, la de Santa Rosa, Jalisco con 61,200 kw, y la de La Venta, Guerrero con 30,000 kw.¹⁶

¹⁶ CFE. 40 Aniversario, op. cit. p. 111



Principales Sistemas Eléctricos Interconectados en la República Mexicana en 1960

Comisión Federal de Electricidad



Características de los Sistemas Eléctricos Interconectados en la República Mexicana en 1960

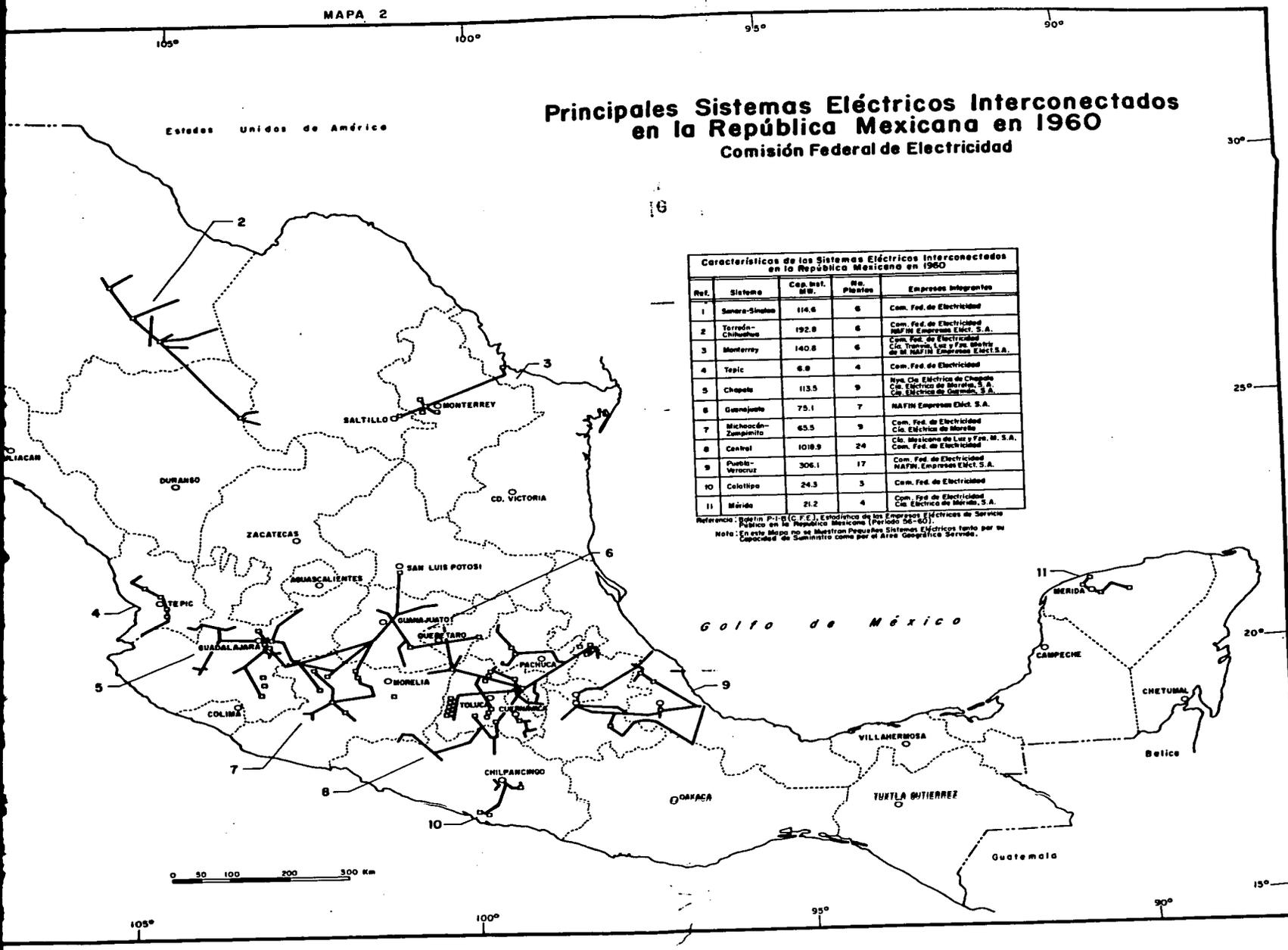
Ref.	Sistema	Cap. Inst. M.W.	Sts. Plantas	Empresas Integrantes
1	Sonora-Sinaloa	114.6	6	Com. Fed. de Electricidad
2	Torrón-Chihuahua	192.6	6	Com. Fed. de Electricidad Empresas Eléct. S.A.
3	Monterrey	140.8	6	Com. Fed. de Electricidad Com. Progreso Luz y Fuerza de la Ciudad de Monterrey Eléct. S.A.
4	Tepic	6.6	4	Com. Fed. de Electricidad
5	Chapala	113.5	9	Com. Eléctrica de Chapala Com. Eléctrica de Morelia S.A. Com. Eléctrica de San Juan S.A.
6	Guanajuato	75.1	7	NAFSA Empresas Eléct. S.A.
7	Michoacán-Zamora	63.5	9	Com. Fed. de Electricidad Com. Eléctrica de Morelia
8	Central	1018.9	24	Com. Eléctrica de Luz y Fuerza S.A. Com. Fed. de Electricidad
9	Puebla-Veracruz	306.1	17	Com. Fed. de Electricidad NAFSA Empresas Eléct. S.A.
10	Colima	24.3	3	Com. Fed. de Electricidad
11	Mérida	21.2	4	Com. Fed. de Electricidad Com. Eléctrica de Mérida S.A.

Referencia: Sistema P-1-60 (C.F.E.), Estadística de las Emergencias Eléctricas de Servicio Público de la República Mexicana (Período 56-60).

Nota: En este Mapa no se muestran Proyectos Sistemas Eléctricos tanto por su capacidad de suministro como por el Área Geográfica Servida.

Principales Sistemas Eléctricos Interconectados en la República Mexicana en 1960

Comisión Federal de Electricidad



Ref.	Sistema	Cap. inst. MW.	No. Plantas	Empresas Integrantes
1	Sonora-Sinaloa	114.6	6	Com. Fed. de Electricidad
2	Torón-Chihuahua	192.8	6	Com. Fed. de Electricidad NAFIN Empresas Elct. S. A.
3	Monterrey	140.8	6	Com. Fed. de Electricidad Cia. Eléctrica de Torón, S. A. Cia. Eléctrica de Guzmán, S. A.
4	Tepic	6.8	4	Com. Fed. de Electricidad
5	Chapala	113.5	9	Nva. Cia. Eléctrica de Chapala Cia. Eléctrica de Morelia, S. A. Cia. Eléctrica de Guzmán, S. A.
6	Guajuato	75.1	7	NAFIN Empresas Elct. S. A.
7	Michoacán-Zamora	65.5	9	Com. Fed. de Electricidad Cia. Eléctrica de Morelia
8	Central	1018.9	24	Cia. Mexicana de Luz y Foe. M. S. A. Com. Fed. de Electricidad
9	Puebla-Meracruz	306.1	17	Com. Fed. de Electricidad NAFIN, Empresas Elct. S. A.
10	Colima	24.3	3	Com. Fed. de Electricidad
11	Merida	21.2	4	Com. Fed. de Electricidad Cia. Eléctrica de Mérida, S. A.

Referencia: Boletín P-I-E (C.F.E.), Estadística de las Energías Eléctricas de Servicio Público en la República Mexicana (Período: 58-60).

Nota: En este Mapa no se Muestran Pequeños Sistemas Eléctricos tanto por su Capacidad de Suministro como por el Área Geográfica Servida.

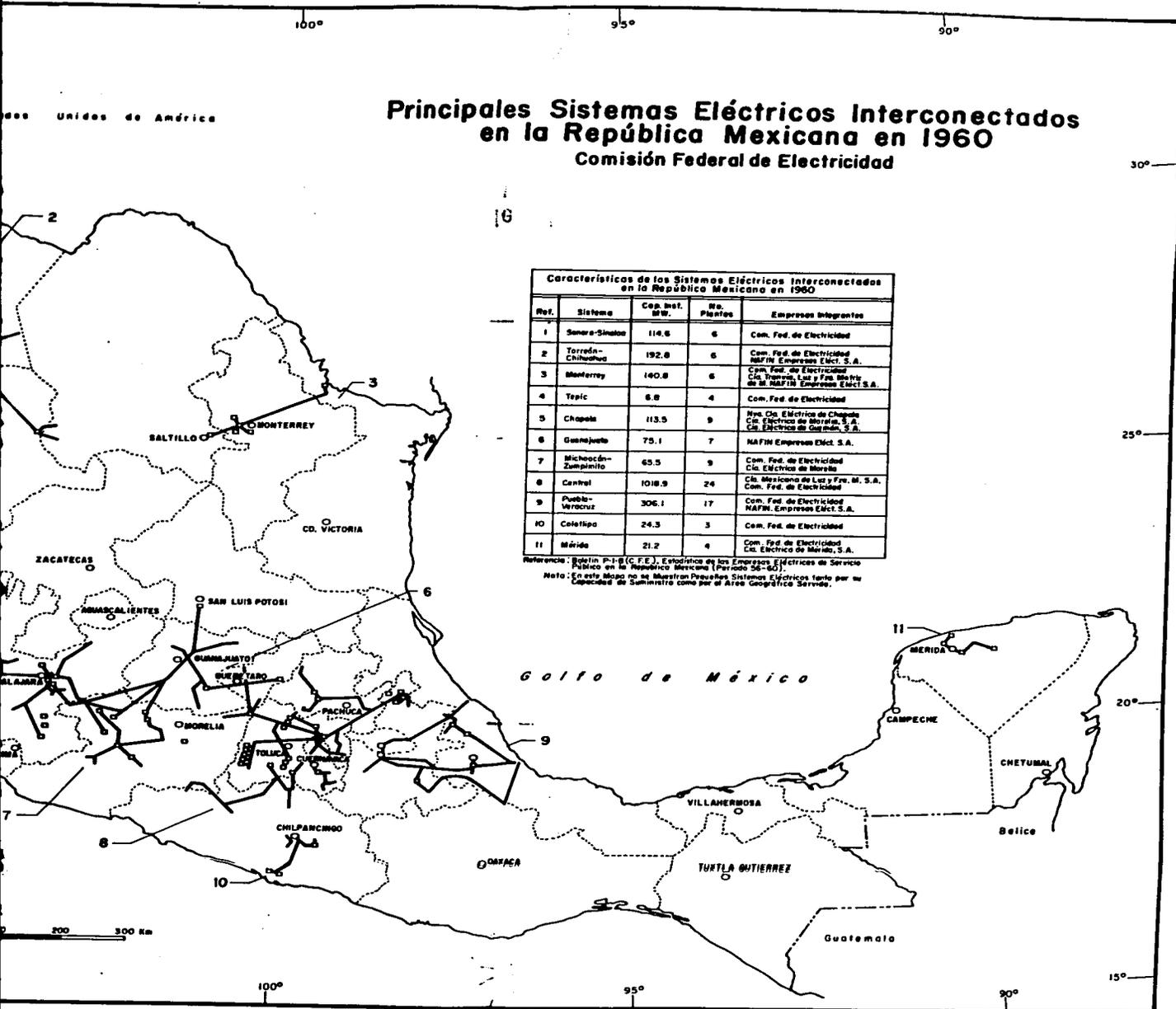
Principales Sistemas Eléctricos Interconectados en la República Mexicana en 1960

Comisión Federal de Electricidad

Características de los Sistemas Eléctricos Interconectados en la República Mexicana en 1960				
Ref.	Sistema	Cap. Inst. MW.	No. Plantas	Empresas Integrantes
1	Sonora-Sinaloa	114.6	6	Com. Fed. de Electricidad
2	Torredón-Chihuahua	192.0	6	Com. Fed. de Electricidad SAFIN Empresas Eléct. S.A.
3	Monterrey	140.8	6	Com. Fed. de Electricidad Com. Transm. Luz y Foz. Motriz de M. NORFIN Empresas Eléct. S.A.
4	Tepec	6.8	4	Com. Fed. de Electricidad
5	Chapala	113.5	9	Com. Eléctrica de Chapala Com. Eléctrica de Morelia, S.A. Com. Eléctrica de Guzmán, S.A.
6	Guamajuato	75.1	7	SAFIN Empresas Eléct. S.A.
7	Michoacán-Zumpango	63.5	9	Com. Fed. de Electricidad Com. Eléctrica de Morelia
8	Central	1018.9	24	Com. Mexicana de Luz y Foz. M. S.A. Com. Fed. de Electricidad
9	Puebla-Veracruz	306.1	17	Com. Fed. de Electricidad NAFIN Empresas Eléct. S.A.
10	Celestino	24.3	3	Com. Fed. de Electricidad
11	Merida	21.2	4	Com. Fed. de Electricidad Com. Eléctrica de Merida, S.A.

Referencia: Boletín P-1-B (C.F.E.), Estadística de las Empresas Eléctricas de Servicio Público en la República Mexicana (Periodo 56-60).

Nota: En este mapa no se muestran Pequeños Sistemas Eléctricos, tanto por su capacidad de suministro como por el área geográfica servida.



b) TERMOELÉCTRICAS

La de Monterrey, Nuevo León con 225,000 kw, la de Tijuana, Baja California con 250,000 kw y la de Poza Rica, Veracruz con 117,000 kw.¹⁷

De septiembre de 1958 a agosto de 1960, la CFE, puso en servicio 12 plantas generadoras y amplió 7 más con una inversión para 1960, de 810 millones de pesos¹⁸

Con la cooperación de los gobiernos estatales y de los usuarios de las regiones por electrificar, de septiembre de 1959 a septiembre de 1960, se electrificaron 210 poblaciones con 400,000 habitantes en total. También fueron construidas líneas de transmisión para electrificar a 364 poblaciones más, cuyos habitantes sumaban 600,000.

"Así para 1960 el consumo de energía eléctrica en el país fue de 10,040 millones de kilowatts/hora (kw/h), producidos por las plantas de la CFE (3,912 mill), la Nueva Compañía Eléctrica de Chapala (372 mill), las empresas administradas por la Nacional Financiera (1,146 mill), la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz (1,920 mill), y otras empresas de servicio público (357 mill), además aquellas de servicio privado y mixto (1,859 mill). A la vez se importaron de los Estados Unidos 474 millones de kilowatts/hora".¹⁹

¹⁷ *Ibidem*, op. cit. p. 116

¹⁸ *Op. cit.* p. 118

¹⁹ López Gallo, M. *Op. cit.* p. 132

Analizando las cantidades anteriores se observa que en un año, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), proporcionó el 40 % de toda la energía consumida; las demás empresas controladas por el Gobierno Federal el 14 %, la Compañía Mexicana de Luz y fuerza Motriz el 19 %, y el 27 % restante otras empresas, considerando, asimismo, en esta cantidad la energía importada.

Con el total apoyo del Presidente Adolfo López Mateos, el gobierno adquirió los bienes del grupo de empresas pertenecientes a la American and Foreign Power Company, representada por la Impulsora de Empresas Eléctricas, S.A., y el 90 % de las acciones comunes y preferentes de The Mexican Light and Power Company, de la que tomó posesión el 27 de septiembre de 1960, fecha que pasó a la historia de México como el día de la Nacionalización de la Industria Eléctrica.

A partir de entonces, México se vio en la obligación de integrar todo el sistema eléctrico nacional, y para ello, realizar avances técnicos importantes, como la unificación de la frecuencia en el país a 60 ciclos, que concluyó en 1976, y que permitió en 1978 la interconexión en todo el sistema; así se logró un aprovechamiento más racional de la capacidad instalada de la CFE.

Los sistemas interconectados más importantes del país eran los once siguientes.²⁰ (ver mapa 2)

²⁰ CFE. 40 aniversario, op. cit., p. 44 y 45

- 1) **EL CENTRAL**, con 936,570 kw, que alimentaba al Distrito Federal y a los Estados de México, Morelos, Guerrero, Tlaxcala, Hidalgo y Querétaro.

- 2) **EL PUEBLA-VERACRUZ**, con 261,430 kw, que abastecía la parte central, sur y norte de Puebla, y el sureste de Tlaxcala.

- 3) **EL TORREÓN-CHIHUAHUA**, con 198,250 kw, que correspondía al sureste de Chihuahua y la parte norte de Durango.

- 4) **EL CHAPALA**, con 111,325 kw, que cubría la parte central de Jalisco y una pequeña zona del sur de Nayarit.

- 5) **EL MONTERREY**, con 92,136 kw, que surtía poblaciones Norte del Tamaulipas y las del centro de Nuevo León.

- 6) **EL GUANAJUATO**, con 75,119 kw, que abarcaba gran parte de Guanajuato, una zona al sureste de San Luis Potosí, parte de Querétaro, una pequeña parte al sureste de Hidalgo y el norte de Michoacán.

- 7) **EL SONORA-SINALOA**, con 68,800 kw, que servía las zonas norte y sur de los Estados de Sonora y Sinaloa.

8) EL MICHOACÁN-ZUMPIMITO, con 60,110 kw, que abastecía las partes central y norte de Michoacán.

9) EL COLOTLIPA-ACAPULCO, con 24,360 kw, que cubría importantes poblaciones de Guerrero.

10) EL MÉRIDA, con 20,350 kw, que surtía el noreste de Yucatán y las principales ciudades de la región como Mérida, Progreso, Motul, Izamal, etc.

11) EL TEPIC, con 6,800 kw, que abarcaba las poblaciones del sureste de Nayarit.

Sin duda alguna, el hecho más importante en la interconexión de los sistemas , consistió en la decisión y ejecución del cambio del sistema central a la frecuencia de 60 ciclos, anteriormente mencionada, y que exigían esta medida por las características de magnitud, ubicación e importancia, por lo tanto también permitió la integración completa del sistema sur, que a partir de 1977 opera como uno solo, desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos.

La etapa presente se ha caracterizado por la selección, instalación y operación de unidades generadoras, con capacidades cada vez mayores, siguiendo el patrón establecido con las del Valle de México, Infiernillo y Malpaso. "Las unidades de

vapor con potencias de 150 y 300 Megawatts (Mw), han sido añadidas a las plantas de Salamanca, Valle de México, Mazatlán y Altamira, debiendo continuarse con Guaymas y Manzanillo. Las unidades hidroeléctricas, con potencias de 180 Mw, han continuado añadiéndose en la Angostura y en las ampliaciones de Infiernillo y Malpaso".²¹

Las potencias de otras unidades de los sistemas del norte y los de las penínsulas han sido menores, por la necesidad de hacerlas compatibles con el tamaño y la dispersión geográfica de las cargas.

La red de interconexión se ha caracterizado por su desarrollo en la tensión de 400 kilovoltios (kv) en el sur, y de 230 kv en el norte. La diferencia se fundamenta también en la magnitud y grado de dispersión de los consumos, pues el sistema sur cubre un área más concentrada y su demanda para 1977, sobrepasó los 6,000 Mw; y en el sistema interconectado del norte, más extenso, pero con menor carga, la demanda máxima fue del orden de los 2,000 Mw.

En el sur se sobrepuso en casi todo el sistema, la red de 400 kv a las anteriores de 115 y 230 kv, en el sentido occidente-oriente, uniendo las hidroeléctricas de la Angostura y Malpaso con Guadalajara e Infiernillo, a través de los centros de carga de Minatitlán, Veracruz, Puebla, México y Salamanca, el cual siguió extendiéndose hasta 1980, hacia el noreste, con la interconexión entre Tula y

²¹ *Ibidem*, op. cit., p. 86

Altamira, línea sin la cual se dudaría en la confiabilidad del enlace entre los sistemas del sur y norte. (ver mapa 2)

En el norte se continuó con las interconexiones entre centros de carga y los tres sistemas, como es el caso de Mazatlán unido a Culiacán, Ciudad Juárez con Chihuahua, y la zona norte de Sonora con Hermosillo. Sin embargo, la interconexión de los tres grandes sistemas del norte se logró al terminar las instalaciones de la termoeléctrica Mazatlán y de la transmisión correspondiente a 230 kv, hacia Culiacán y Durango, quedando esa central como planta pivote de los sistemas Noroeste y Noreste. El enlace entre el sistema Noroeste y Noreste se puso en servicio en 1973 a una tensión de 115 kv, provisionalmente y a 230 kv, a fines de ese año.(ver mapa 2)

Por último, a partir del segundo semestre de 1976, el funcionamiento de la termoeléctrica de Altamira, Tamaulipas, y la operación del primer circuito de 400 kv, entre ésta instalación y Monterrey, vino a completar la interconexión del país, utilizándose para ello la instalación de Altamira Interconectado del Norte (SINTE) y el Sistema Interconectado del Sur (SIS).(ver mapa 2)

1.3 AVANCE DEL SECTOR ELÉCTRICO MEXICANO DE 1980 A 1990.

La energía eléctrica que actualmente se consume en México en forma comercial es producida por la empresa paraestatal Comisión Federal de Electricidad (CFE), en generadores sincrónicos. Por medio de redes de transmisión y distribución se entregan a los diversos consumidores. Los generadores sincrónicos son movidos por diferentes mecanismos entre los que destacan las turbinas y los motores de combustión interna, los cuales reciben la energía de los siguientes energéticos: combustóleo, gas, carbón, diesel, vapor de yacimientos geotérmicos y aprovechamientos hidráulicos.

En el transcurso de los veinte años que van de 1960 a 1980, la industria eléctrica mexicana amplió en forma sostenida la capacidad instalada a una tasa anual acumulativa de 9.7%, uno de los ritmos de crecimiento más altos entre los países en vías de desarrollo. Esta expansión de la infraestructura de producción, transporte y distribución permitió extender el uso de la electricidad a amplios sectores de la población urbana y rural, a pesar del rápido crecimiento demográfico registrado en el país en igual período.

En 1970 la generación bruta de electricidad era provista en un 57% por centrales hidroeléctricas y en un 43% por unidades térmicas. Esta distribución de la producción da cuenta de un desarrollo del parque relativamente equilibrado

entre ambos tipos de generación durante el decenio posterior a la nacionalización de la industria eléctrica (1960). Sin embargo, en el transcurso de los años setentas, las decisiones tomadas en el terreno del equipamiento modificaron la situación prevaleciente en los años anteriores. La política en la materia privilegió la opción termoeléctrica, y como consecuencia de ello, en 1982 el 65% de los 18.4 Tw de capacidad instalada en el país correspondió a centrales térmicas, mientras que en 1970 éstas representaron el 47% de los 6.0 Tw de la potencia total instalada.

El año de 1973 marcó un punto crítico en la situación mundial de la energía, después de 50 años de dependencia creciente de petróleo de bajo costo que ofrecía el Medio Oriente. "Un incremento cuádruple en los precios del petróleo condujo a la era de combustibles fósiles baratos a un punto final."²²

Desde entonces los precios de la energía se han elevado más rápidamente, creando serias consecuencias tanto para los países menos desarrollados como para los países altamente desarrollados. Por tal motivo los precios más altos de la energía y las incertidumbres políticas crecientes han estimulado la búsqueda de fuentes alternas de energía que reduzcan la dependencia del petróleo.

"En concordancia con ésta evolución de la planta productora de electricidad, en 1982 la quema de combustible originó el 69% de la producción bruta de

²² Butler Joseph. *Geografía Económica*. México 1986, p. 278

electricidad que en ese año llegó a 73.2 Twh. Los derivados del petróleo, sobre todo el combustóleo, sustentaron en lo esencial el crecimiento de la generación, mientras que el gas natural perdió la importancia relativa que tenía en 1970 al caer su participación en el consumo de combustibles de las centrales de 39% a cerca de 23% en 1980. Mientras que en el decenio pasado el consumo de gas para reproducción de electricidad representó cerca de 10% de las necesidades totales de gas del país, según los balances energéticos, el consumo de derivados del petróleo duplicó su incidencia con respecto a las necesidades totales de los mismos llegando a 19.3% en 1980.²³

"Las características principales de la industria eléctrica mexicana en 1982, fueron las siguientes:"²⁴

Capacidad instalada (potencia)	18 390 Mw
Capacidad anual de generación (energía)	161.10 Twh
Generación efectiva en 1982 (energía)	73.2 Twh
Generación efectiva/capacidad total de generación	43.3%
Tasa de crecimiento de la generación eléctrica período 1975-1982	9.0%

²³ C.F.E. 40 aniversario, op. cit., p. 86

²⁴ Guzmán, Oscar M. *Uso eficiente y conservación de energía en México*. Colegio de México, México 1985, p. 119

Las obras que se realizaron de 1982-1986 fueron determinadas a partir de las necesidades evaluadas y priorizadas de poblados rurales, colonias populares y pozos para riego agrícola, de acuerdo con las características de cada Estado.

De los 12, 560 centros de población que fueron electrificados en el período, 1 682 correspondieron a crecimientos de población de igual número de localidades; 887 fueron colonias populares de las principales ciudades del país y 9, 596 restante son poblados que por primera vez se les llevó al servicio, a partir del sistema eléctrico nacional.

Los Estados que tuvieron un menor número de centros de población a beneficiar fueron: Baja California (Norte y Sur), Colima, Tlaxcala y Campeche, porque tienen un elevado grado de electrificación. En éstas entidades se atendieron básicamente crecimientos de población provocados por el incremento demográfico.

Entre los estados con mayor electrificación están Veracruz, San Luís Potosí, Puebla y Chihuahua. En cuanto a pozos electrificados figuraron los de San Luís Potosí, Zacatecas, Chihuahua y Nuevo León, que por falta de depósitos y corrientes superficiales requieren del bombeo para el riego agrícola.

En 1987 se puso en marcha un nuevo programa de electrificación enfocado al medio rural. En esta fecha quedaron electrificados casi la totalidad de los estados de Aguascalientes, Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Nayarit, Querétaro, Quintana Roo y Yucatán, que adicionados a Colima, Morelos y Tlaxcala que ya estaban electrificados, sumaron un total de 11 entidades federativas totalmente electrificadas.

Sólo quedaron 2 619 poblados mayores a 250 habitantes sin electrificar, sin embargo, el 80.4% de la población rural contó con el servicio eléctrico, 20% más que en 1981.

En 1988 se benefició a un millón y tres mil habitantes, al dotarse de electricidad a 1 553 poblados rurales, 335 colonias populares y 694 poblaciones que sólo necesitaban ampliar el servicio; además, se electrificaron 1 242 pozos de riego agrícola que cubren aproximadamente 25 mil hectáreas.

Para 1990 el 59% de la población rural que hay en el país contaba ya con el servicio de energía eléctrica. Sin embargo, se tenían todavía 9.2 millones de habitantes sin electricidad, agrupados en 79 871 localidades. El 30% de estas localidades sin beneficiar tienen una población apenas superior a los 100 habitantes, en los cuales se asientan campesinos. Por esta razón, la meta a alcanzar para 1992 era de 23 mil 891 poblaciones rurales para beneficiar a 7.6 millones de mexicanos.

Para 1993-1994, se rehabilitaron 1, 493 motobombas de sistemas de riego agrícola bajo los lineamientos marcados en el Programa de Ahorro y Uso Eficiente de Agua y Energía Eléctrica, establecido por la Comisión Nacional del Agua.

Se concluyeron 21 proyectos de ahorro de energía en alumbrado público en municipios como Campeche, Culiacán, Torreón y en el Estado de México. Se firmaron 74 convenios para desarrollar proyectos de alumbrado público y siete de bombeo municipal, con los cuales se obtendrían ahorros mínimos en el consumo de energía eléctrica de un 30 a 40% respectivamente.

Sin duda alguna, a partir de 1990, la política eléctrica gira en torno ya no sólo a la máxima electrificación del país, sino también a maximizar su uso y su ahorro. De esta manera se han trazado muchos programas de uso eficiente de la electricidad, a través de planes para llevar a cabo en empresas privadas, industrias, y también una amplia campaña para su ahorro en las viviendas domésticas.

Por último, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) tiene tres grandes compromisos:

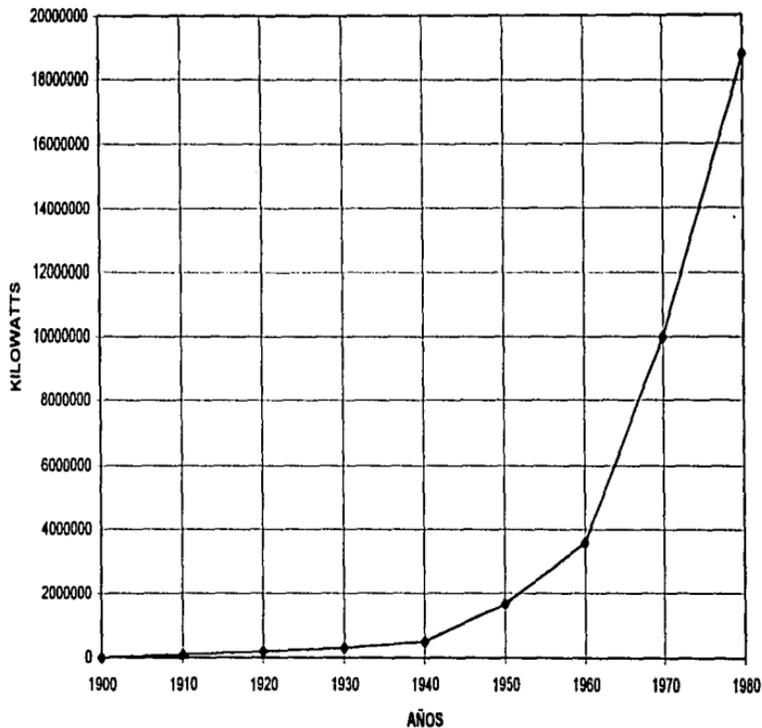
1) mantener la continuidad del servicio público de energía que demanda la sociedad;

- 2) planificar el sector eléctrico sin descuidar la operación de corto y mediano plazo, al promover las inversiones para la electricidad de las futuras generaciones, y
- 3) que la CFE forme parte en el proceso del cambio nacional.

La CFE tiene el apoyo del gobierno a través de la Secretaría de Energía y de Hacienda y Crédito Público, como de los usuarios, financieros y proveedores de la misma institución. Es una empresa sólida, capaz, eficiente y una de las más grandes del mundo. Con una capacidad instalada de 34 000 megawatts, sirve a más de 20 millones de usuarios que representan el 95 % de la población. Con esta capacidad de generación, transformación y distribución, CFE se encuentra preparada para garantizar el abasto de fluido eléctrico de México hasta el año 2000.

En la gráfica 1, se muestra la evolución y crecimiento que ha tenido el Sector Eléctrico. Se nota que de 1900 a 1930 el volumen total de la energía generada era muy baja, no fué sino hasta después de 1930 cuando comienza a notarse un relativo crecimiento por el impulso que se le empezó a dar a los energéticos hacia el año de 1938. Ya para 1960 el repunte es muy notorio teniendo como antecedente la nacionalización de la Industria Eléctrica, así como el crecimiento económico y social que ha mantenido el país, han sido factores que han determinado también el crecimiento de la capacidad instalada (ver gráfica2),

CAPACIDAD INSTALADA TOTAL PARA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA



donde también se aprecia, que como resultado del acelerado crecimiento económico y de población que ha tenido México desde 1940 ha obligado a la Comisión Federal de Electricidad a satisfacer de este servicio a todas las nuevas industrias y nuevos poblados como resultado de las nuevas aperturas comerciales.

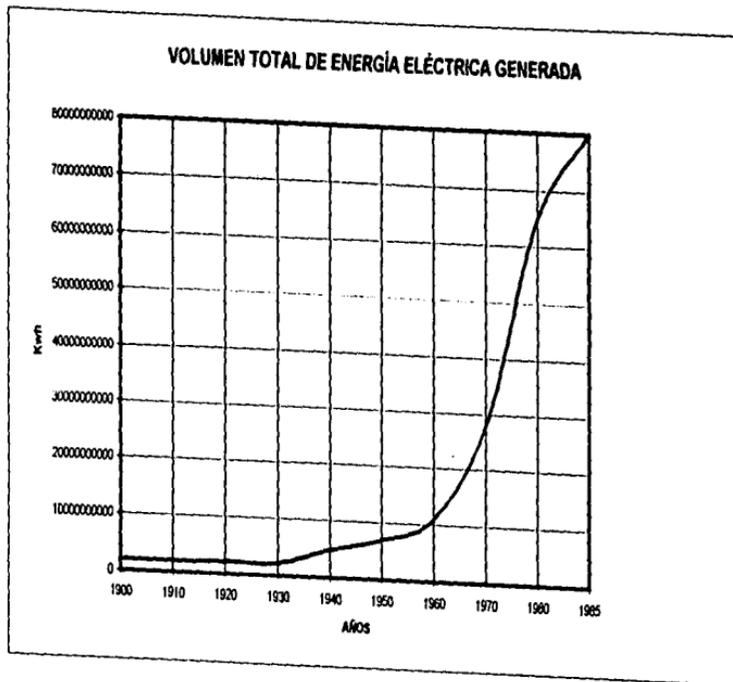
Cabe señalar que la CFE es la única institución encargada de generar y distribuir el fluido eléctrico, en el caso particular del Distrito Federal y Estado de México, la venta de la electricidad es efectuada por la Compañía de Luz y Fuerza del Centro (CLyFC), empresa que se había declarado en liquidación por falta de recursos económicos y por problemas sindicales (SME). Esta compañía compra energía eléctrica a la CFE para distribuirla en todo el Distrito Federal, por lo cual se calcula alrededor de 4 500 usuarios quienes demandan una capacidad de energía de 2 500 Mw.

Con la puesta en liquidación de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, desde 1972 hasta 1993, el gobierno optó por absorber los pasivos (deudas) de dicha compañía, permitiéndole seguir con la compra de energía a CFE. De esta manera, Carlos Salinas de Gortari nombró dos paraestatales independientes, la CLyFC y CFE. Esta última obtuvo el apoyo económico del Banco Municipal y del Gobierno para mejorar el servicio a clientes, abrir nuevos empleos y obtener la tecnología más avanzada en materia de electrificación.

Sin embargo en el mapa 3 se observa que en 1996, el sistema eléctrico nacional tiene ya conectado casi en su totalidad al país. El desarrollo de la ganadería en el norte ha venido a significar un aliciente que permite elevar el índice demográfico; las industrias relacionadas con la industria petrolera, las obras portuarias, el turismo y el comercio fronterizo con los Estados Unidos de América son algunas de las causas más importantes para hacer que cambie el cuadro de densidades. La principal de todas ha sido, en los últimos años, la concentración de personas que forman parte de las labores industriales o desean participar en ellas; la influencia de esto es muy grande en el crecimiento del Distrito Federal y municipios cercanos del Estado de México, igual que la zona de Monterrey, Guadalajara, Orizaba, Monclova y otras ciudades.

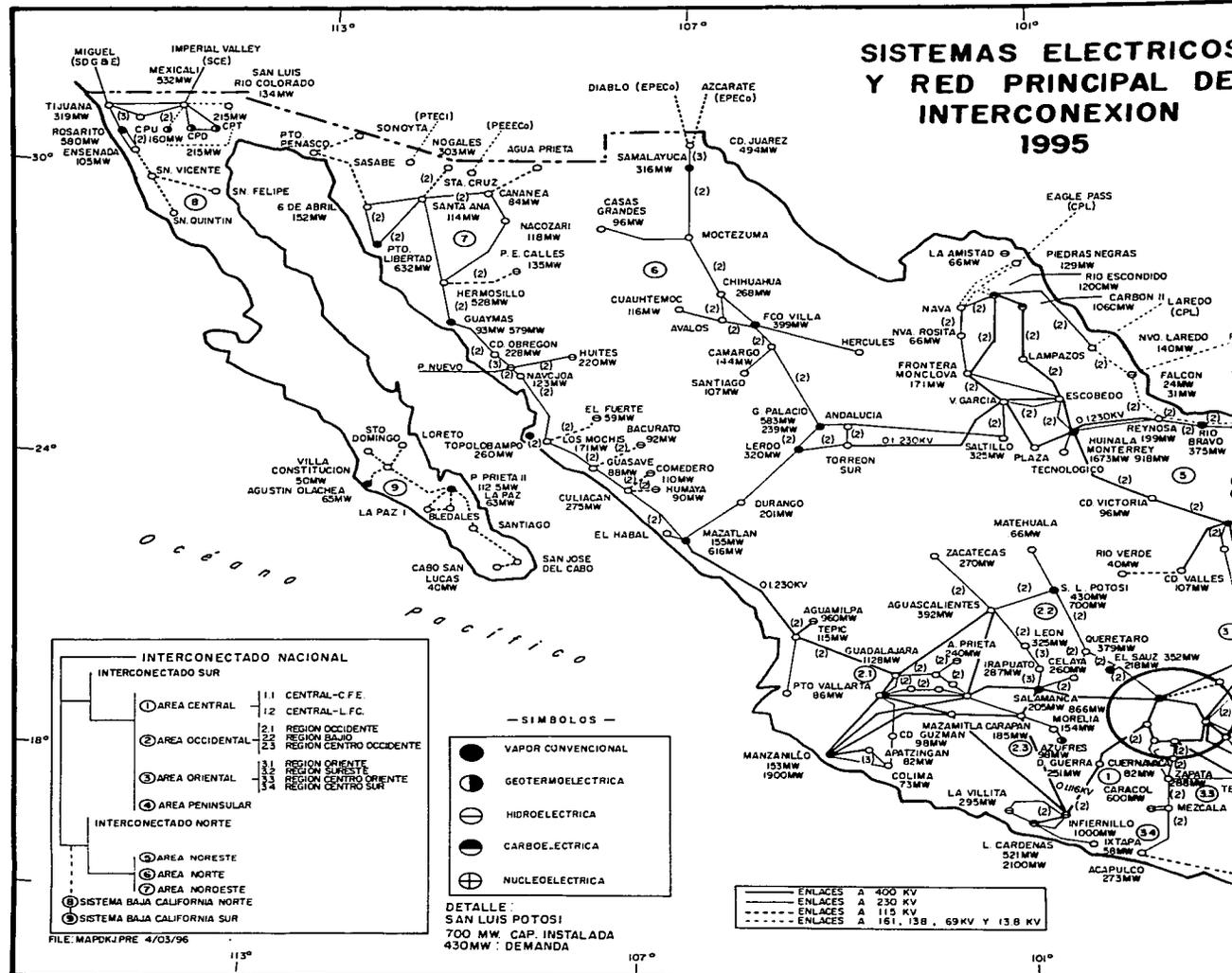
Por esta razón, ya no se puede hablar de las 3 principales ciudades del país (México, Guadalajara y Monterrey, hoy se están formando fuertes aglomeraciones de carácter urbano en Torreón Gómez Palacio-Lerdo, en Puebla, Mexicali y Tijuana, Ciudad Juárez, León, Chihuahua y otros núcleos, tal y como se puede percibir en la densidad de red eléctrica en estas regiones.

GRÁFICA 2

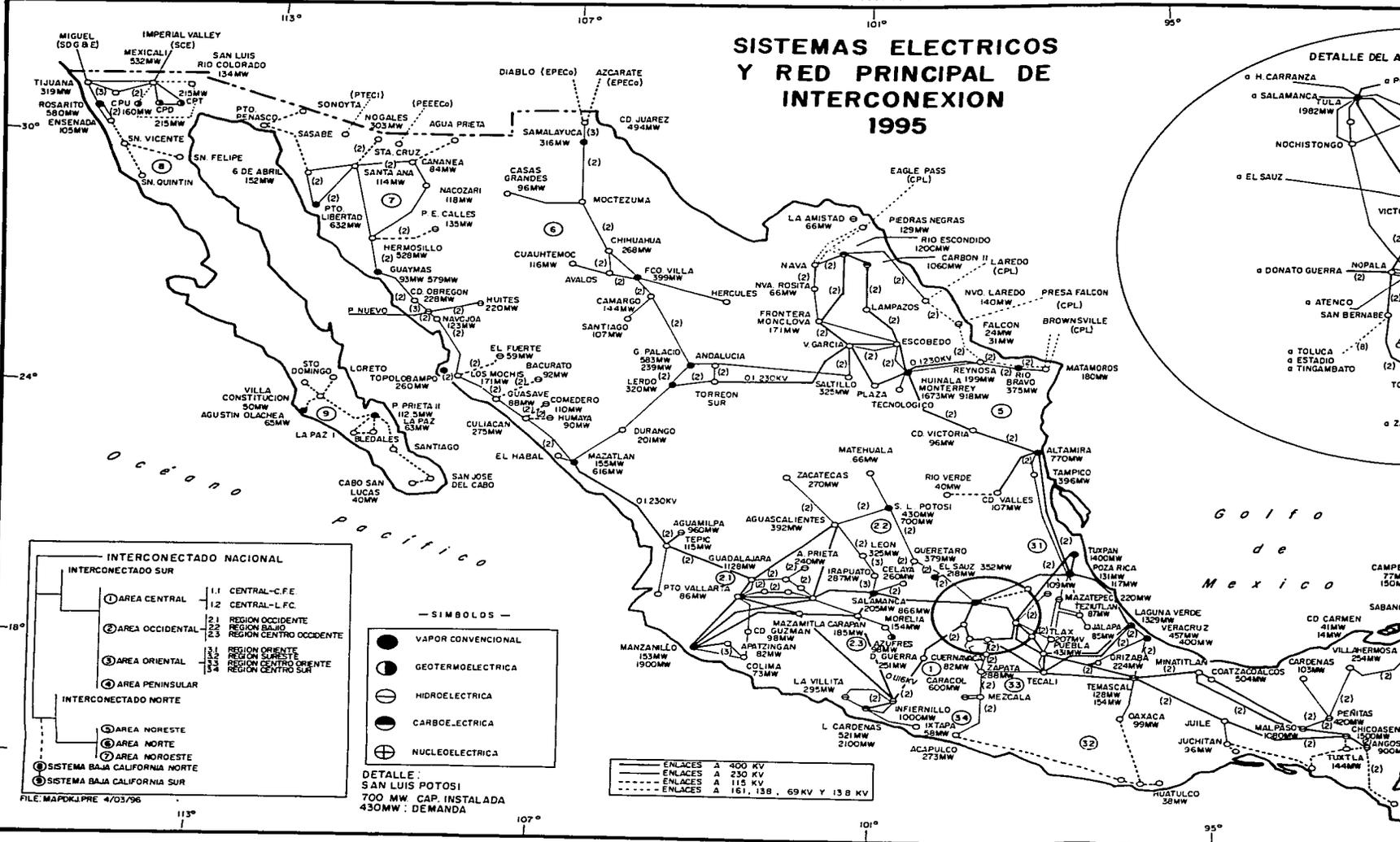


FUENTE: INEGI. El Sector Eléctrico en México, México 1987.

SISTEMAS ELECTRICOS Y RED PRINCIPAL DE INTERCONEXION 1995



SISTEMAS ELECTRICOS Y RED PRINCIPAL DE INTERCONEXION 1995



DETALLE DEL AREA



Golfo de Mexico

INTERCONECTADO NACIONAL

1	AREA CENTRAL	1.1	CENTRAL-C.F.E.
1	AREA CENTRAL	1.2	CENTRAL-L.F.C.
2	AREA OCCIDENTAL	2.1	REGION OCCIDENTE
2	AREA OCCIDENTAL	2.2	REGION BAJO
2	AREA OCCIDENTAL	2.3	REGION CENTRO OCCIDENTE
3	AREA ORIENTAL	3.1	REGION ORIENTE
3	AREA ORIENTAL	3.2	REGION SUR ORIENTE
3	AREA ORIENTAL	3.3	REGION CENTRO ORIENTE
3	AREA ORIENTAL	3.4	REGION CENTRO SUR
4	AREA PENINSULAR		
5	INTERCONECTADO NORTE		
6	AREA NOROESTE		
7	AREA NORTE		
8	AREA NOROESTE		
9	SISTEMA BAJA CALIFORNIA NORTE		
10	SISTEMA BAJA CALIFORNIA SUR		

- SIMBOLS -

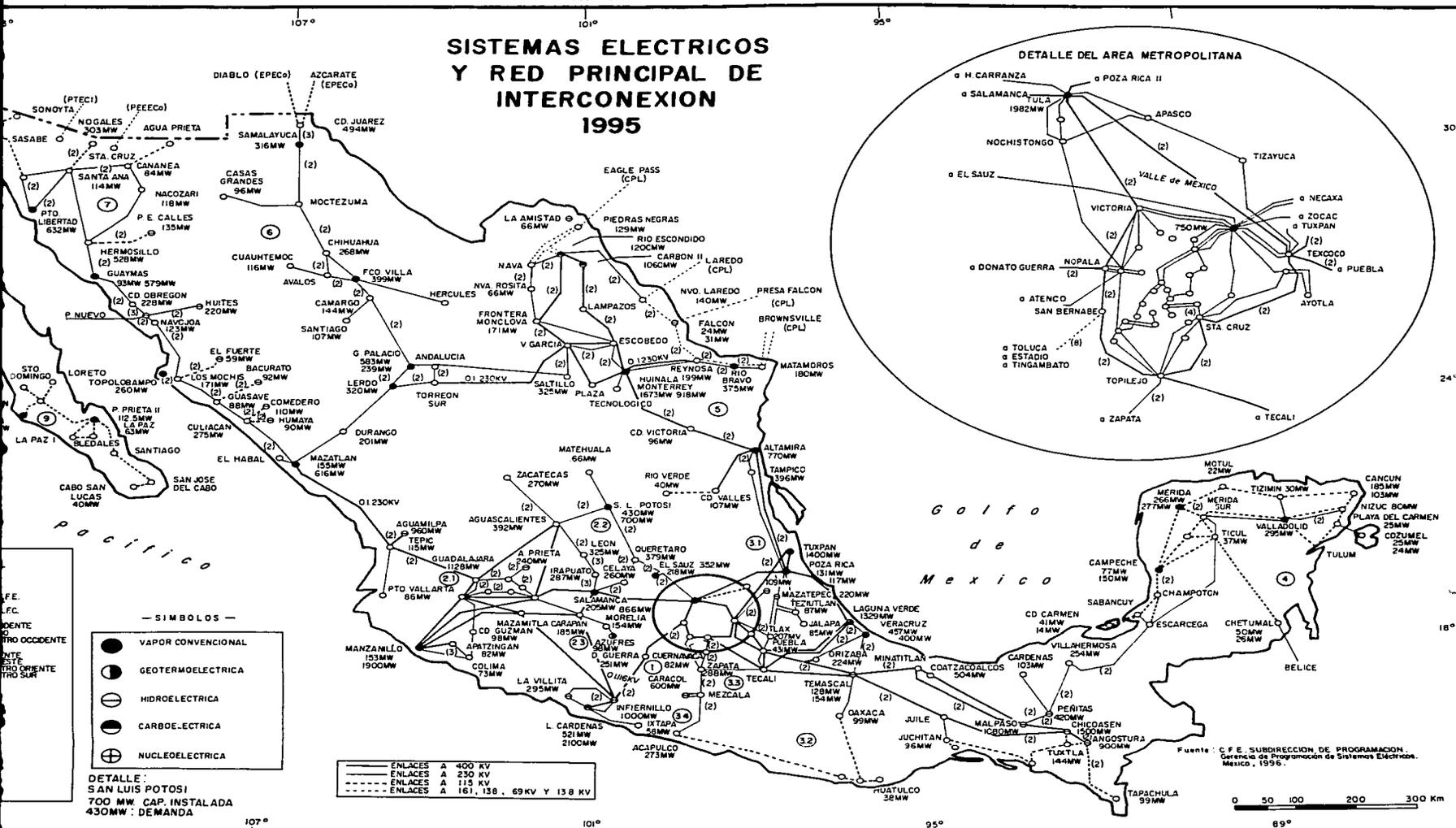
●	VAPOR CONVENCIONAL
○	GEOTERMIOELECTRICA
○	HIDROELECTRICA
○	CARBOELECTRICA
⊕	NUCLEOELECTRICA

DETALLE: SAN LUIS POTOSI
700 MW CAP. INSTALADA
430MW : DEMANDA

—	ENLACES A 400 KV
- - -	ENLACES A 230 KV
· · ·	ENLACES A 115 KV
· · · · ·	ENLACES A 161, 138, 69 KV Y 138 KV

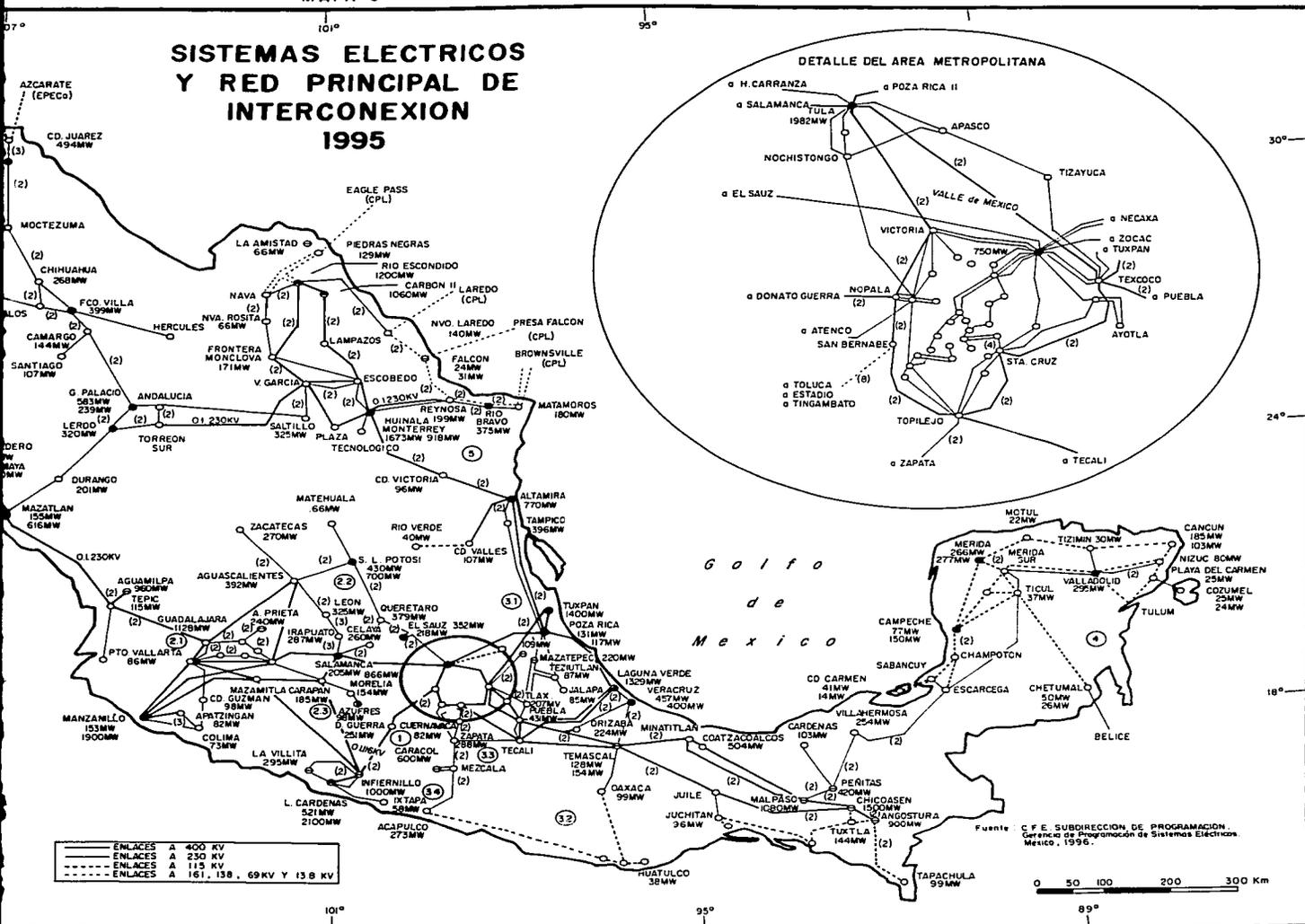
MAPA 3

SISTEMAS ELECTRICOS Y RED PRINCIPAL DE INTERCONEXION 1995



MAPA 3

SISTEMAS ELECTRICOS Y RED PRINCIPAL DE INTERCONEXION 1995



CAPÍTULO 2

ELECTRIFICACIÓN RURAL

2.1 GENERALIDADES DEL SECTOR AGRÍCOLA DE SUBSISTENCIA.

En el campo, donde se producen nuestros alimentos y un gran cantidad se exporta, es donde un buen porcentaje de la población mexicana vive. Y además, es el campo el que ha soportado el crecimiento de las grandes ciudades y el desarrollo industrial, y a pesar de ello, es ahí donde se siguen padeciendo las mayores carencias.

Por eso, el Estado ha empeñado todos sus esfuerzos posibles para crear una infraestructura suficiente al desarrollo del agro, conforme a los objetivos sociales y económicos que ha considerado el gobierno. En este propósito, corresponde a la electricidad jugar un papel preponderante, por las múltiples aplicaciones de que es susceptible, pues el impacto de este energético sobre las comunidades rurales, cuando es debidamente aprovechado, permite mejorar sus relaciones sociales y de producción.

Conforme a los objetivos económicos, las empresas extranjeras que establecieron y monopolizaron el servicio público de energía eléctrica en México limitaron su acción a las zonas urbanas, hecho que, como ocurrió en otras áreas de la

incipiente economía nacional, dejó de lado la presencia mayoritaria, pero "rentable", del sector rural de la nación.

Si se considera que la economía campesina es esencialmente una economía mercantil que no rebasa los límites de la reproducción simple, se le puede definir a partir de tres elementos principales.

En primer lugar, se trata de una economía en la cual predomina el trabajo del propio productor y de su familia. Esta condición no excluye la posibilidad de recurrir al empleo de fuerza de trabajo exterior al grupo familiar durante determinados periodos del ciclo agrícola. Tampoco excluye la de que el ingreso de la familia sea completado por el trabajo de algunos de sus miembros fuera de la parcela.

En segundo lugar, no existe un proceso de acumulación de capital, factor que coloca a los predios en situación de reproducción. En estas condiciones, el campesino apenas logra reponer los medios de trabajo gastados sin que opere una ampliación de los mismos. Esto no significa que la unidad no genere un excedente; cuando llega a tenerlo, es transferido automáticamente a otros sectores donde el campesino establece su intercambio comercial.

Por último, el autoconsumo del producto de la parcela tiene una importancia significativa en relación con el volumen de las ventas agrícolas. En este sentido, para el campesino, los productos de la tierra son para su consumo personal, y al mismo tiempo, mercancías para la venta.

En México, estos elementos básicos que definen a la economía campesina aparecen, sobre todo, en los predios de reducida dimensión (menores de 5 ha.) ubicados en zonas de temporal y en los cuales el maíz es el principal cultivo. Cabe señalar que las características de producción campesina se dan, tanto en unidades de mayor superficie, como en explotaciones donde se desarrollan otros cultivos. Sin embargo, en el minifundio maicero de temporal se encuentra la mayor parte del campesinado de subsistencia.

Dadas las características de las unidades de explotación de la tierra se ha identificado una vasta zona del país en donde se encuentra la economía campesina y a la que se denominó Región Fundamental de Economía Campesina (REFEC)¹⁶. Incluye los estados de Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, la zona de la Mixteca y Costa Chica de Guerrero, oriente de Morelos, centro-sur del Estado de México y noreste de Guanajuato (ver mapa 4).

¹⁶ Sánchez, B. G. La región fundamental de economía campesina. CIDER Nueva Imagen. México, 1980.

MAPA 4

UBICACION DE LA REGION FUNDAMENTAL DE ECONOMIA CAMPESINA EN MEXICO



Se trata de la región de temporal de mayor densidad de población. Su superficie representa aproximadamente 13 % del total del país y 19 % de la tierra de cultivo; contiene además a 43 % de las unidades de producción agropecuaria.

En una gran parte de la REFEC, la tierra representa rasgos de probable sobre utilización, y es frecuente la carencia de los volúmenes de agua necesarios para la agricultura. El cultivo de maíz de la zona representa la cuarta parte de la superficie maicera de México. Además, en las actividades primarias de esta región prevalece el trabajo del productor y su familia, es la región de minifundios más importante del país; las técnicas productivas utilizadas reflejan la escasez de recursos de los campesinos y sus limitaciones para mejorar las condiciones de explotación de la Tierra.

Los sectores de la población rural de bajos ingresos se encuentran en particular en las regiones de la meseta y la sierra centrales, así como en la región cálida seca (ver mapa 5). Esta regionalización cubre tres zonas demasiado extensas, que presentan entre sí marcados contrastes económicos y climáticos; sin embargo, puede considerarse que una proporción importante del consumo de energía de la población rural de bajos ingresos se localiza en torno a la REFEC que está comprendida en la zona 1 formada por la mesa del centro, el noroeste, norte y noreste del país, y la zona 2 que abarca los estados del litoral del Pacífico, centro y sur del país.

DIVISION DE MEXICO EN TRES ZONAS PARA EL ESTUDIO DE LOS CONSUMOS
ENERGETICOS EN EL SECTOR DOMESTICO RURAL



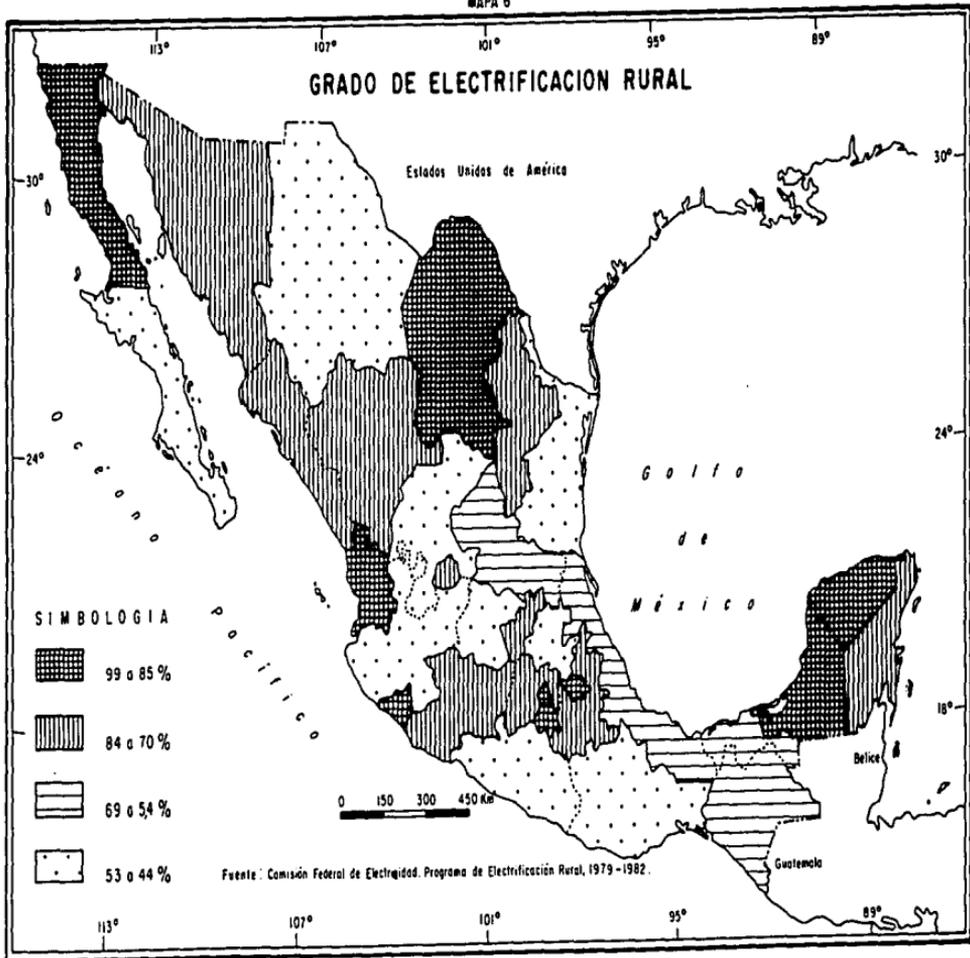
Fuente : Oscar M. Guzmán, Energía en México, Ensayo sobre el pasado y el presente, Colega de México 1982, 235 p p

A pesar de los avances realizados en materia de electrificación, subsiste aún un vasto sector de la población rural que no tiene acceso a la electricidad. Debe señalarse que el 96 % de las localidades sin servicio son poblados con menos de 500 habitantes, diseminados de manera irregular en las distintas regiones del país. El grado de concentración de las localidades en áreas reducidas y el número de habitantes por localidad son dos factores que han incidido en el mayor o menor desarrollo de la electrificación en los distintos estados de México, (ver mapa 6). En este mapa se observa que en las regiones donde hay un mayor porcentaje de electrificación corresponden a las áreas donde el clima no es bonadoso. Se estima que el promedio de lluvia en el país alcanza 700-717 mm anual. Es un índice bajo que sitúa al país en los límites de la agricultura de temporal con escaso rendimiento. Por ende, la agricultura en México sufre, grandemente, los efectos de índole climatológica, que oscila entre los años de excesiva lluvia (por lo general cada 4 o 5 años) y los de sequía en que se pierden las cosechas de diversas regiones por la falta de lluvias.

Es por ello que el grado de electrificación agrícola es mayor en los estados de la mesa del norte, noroeste y noreste, pues se encuentran con precipitaciones anuales por debajo de los 800 mm. En cambio, los estados del sur-sureste presentan lluvias superiores a los 800 mm. Esto significa que sólo 6 entidades: Tabasco, Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Campeche y el sur de Chihuahua, reciben cerca del 40 % de las precipitaciones caídas en el país.

MAPA 6

GRADO DE ELECTRIFICACION RURAL



No es posible establecer con certeza en qué proporción, el sector de subsistencia, tiene acceso a la electricidad y cuáles son sus niveles de consumo, sin embargo, el aislamiento y la subsistencia suelen estar estrechamente vinculados, por lo cual es de suponer que una parte importante del 5 % de la población que no consumen electricidad lo integran el amplio sector agrícola de subsistencia.

2.2 DESARROLLO DE LA ELECTRIFICACIÓN RURAL.

Para 1934, ningún organismo gubernamental afrontaba el problema de la electrificación rural, pues estos fueron creados para resolver otro tipo de problemas, y no para planear, aunque fuera en escala pequeña, el futuro desarrollo de la industria eléctrica tomando al país como un todo.

No fue sino cuando, por el decreto del 12 de agosto de 1937, se creó la Comisión Federal de Electricidad, buscando darle solución al tan descuidado aspecto de la electrificación rural. Dicha Comisión tenía entre sus planes de trabajo, los siguientes: la integración nacional de la industria de luz y fuerza motriz, la organización de sociedades cooperativas, el fomento de la contratación colectiva entre consumidores y empresas, la organización de pequeñas compañías y la construcción de plantas para proveer de energía eléctrica a comarcas aisladas, la rebaja de los precios de los aparatos eléctricos, combatir el monopolio extranjero por medio de la construcción de plantas o de la adquisición de las existentes, etc. Sin embargo, hasta 1937 era poco o casi nada lo que se había logrado en materia de electrificación rural. Fue precisamente bajo la administración del General Lázaro Cárdenas cuando empezó a tomar impulso la electrificación en el país y cuando el problema de la electrificación rural creó conciencia en cuanto a la necesidad de desarrollar las zonas aisladas. Durante su gobierno se creó la Comisión Federal de Electricidad, que es el organismo encargado de estudiar y resolver los problemas que la electricidad presenta al país, y por lo mismo tiene

como objeto organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basado en principios técnicos y económicos, sin propósito de lucro y con la mira de obtener, a un costo mínimo, el mayor rendimiento posible para los intereses generales.

En el año de 1936 había registradas 158 empresas, en su mayoría extranjeras, que generaban y vendían electricidad al público. El grado de monopolio que guardaba la producción de energía era alto y por lo tanto la CFE debía abordar de inmediato este problema para disminuir el grado de concentración en empresas extranjeras.

Para llevar a la práctica este intento, era necesario que la CFE fuera desarrollando una política con miras a la nacionalización, tendiente al desplazamiento paulatino de las empresas extranjeras.

En la gestión del general Cárdenas no se pudo llevar a cabo un programa de electrificación rural integral, no por falta de interés de las autoridades, sino porque el problema que originó la expropiación petrolera reclamó gran cantidad de recursos que tuvieron que canalizarse a su resolución. Por ésta razón, la CFE tuvo una iniciación financiera muy débil, ya que en un principio las obras que se llevaron a cabo eran con cargo al presupuesto nacional y estaban destinadas principalmente al área urbana.

"No obstante lo anterior, durante el período cardenista se tuvieron algunos logros. El consumo de electricidad por habitante pasó de 89 Kwh en 1935 a 108 Kwh en 1940. Por lo que respecta a la generación per cápita, se obtuvo:

1935	114.1 Kw.
1936	121.9 Kw.
1937	132.4 Kw.
1938	131.7 Kw.
1939	126.8 Kw.
1940	127.6 Kw.

La generación total por clase de servicio fue la siguiente:¹⁷

CUADRO 1
GENERACIÓN TOTAL POR CLASE DE SERVICIO

AÑOS	SERVICIO PÚBLICO	%	kwh	SERVICIO PRIVADO	TOTAL Kwh
	kwh			%	
1935	1 752 559	84.9	311 440	15.1	2 063 999
1936	1 895 776	84.4	349 255	15.6	2 245 031
1937	2 092 467	84.4	387 475	15.6	2 479 942
1938	2 119 480	84.4	392 352	15.6	2 511 832
1939	2 065 362	84.5	393 180	15.5	2 528 895

FUENTE: CFE, México 50 años de Revolución, México 1960.

Durante el periodo del presidente Manuel Ávila Camacho, (1940-1946), la electrificación rural tampoco tuvo gran auge debido principalmente a causas externas. La Segunda Guerra Mundial tuvo gran influencia en el desarrollo industrial del país al crear condiciones para el proceso de sustitución de

¹⁷ CFE, México 50 años de Revolución, Tomo I: La Economía, México 1960, p. 75

importaciones. Al reducirse las exportaciones por parte de los países comprometidos por el conflicto, México tuvo que crear una industria que pudiera producir bienes manufacturados que no se podían importar. Por tal motivo, se le dio más énfasis a este problema que a ningún otro.

Sin embargo, la electricidad era necesaria para el desarrollo de esas nuevas industrias, razón por la cual el gobierno hizo inversiones de electrificación encaminadas primordialmente a proveer de energía a sectores manufactureros, dejando para el futuro la electrificación de zonas rurales. Por estas causas, en este régimen presidencial no se hicieron inversiones de importancia en electrificación rural.

"La inversión por parte de la CFE en la industria eléctrica, durante este periodo, fue de sólo 98 millones de pesos, que representó un 2.53% de total de la inversión pública federal para dicho periodo."¹⁸

Por lo que respecta al consumo nacional de energía eléctrica, su desarrollo en el servicio fue como sigue:

¹⁸ **Aguiñaga, Rodolfo A. Electrificación Rural: Análisis histórico y técnico comparativo. CFE., México 1969. p. 29**

CUADRO 2

CONSUMO NACIONAL				
AÑOS	TOTAL		PERCAPITA	
1941	2 274 469	100.0	112.6	100.0
	kwh	ÍNDICE	kwh	ÍNDICE
1942	2 354 469	103.5	113.9	101.2
1943	2 491 097	109.5	117.7	104.5
1944	2 505 543	110.2	115.6	102.7
1945	2 751 051	121.0	123.7	109.9
1946	2 925 100	128.6	128.4	114.0

AÑOS	Kwh	% DEL CONSUMO TOTAL
1941	780	0.03
1942	1 896	0.03
1943	3 134	0.13
1944	68 476	2.73
1945	189 310	6.88
1946	250 641	8.57

GENERACIÓN TOTAL		
AÑOS	Kwh	ÍNDICE
1941	2 524 224	100.00
1942	2 625 051	104.00
1943	2 738 570	108.50
1944	2 750 346	109.00
1945	3 068 451	121.80
1946	3 317 318	131.40

FUENTE: Aguñaga, Rodolfo. *Electrificación Rural*. México 1969.

Del cuadro 1 y 2, se concluye que durante el sexenio del General Ávila Camacho, fue muy poco lo que se hizo en materia de electrificación rural y en general, en

electrificación total. Esto se debe, en gran parte, a los problemas que se acarrearón en la gran conflagración mundial, pues claramente se observa que en el período post-bélico de este régimen (1945-1946) hubo una notable recuperación, aún cuando los niveles alcanzados fueron bajos en lo que respecta a los indicadores de inversión, consumo y generación.

Durante la gestión del presidente Miguel Alemán Valdés se tienen aspectos muy interesantes en cuanto a la electrificación total y rural. En primer lugar, se puede mencionar la inversión en industria eléctrica hecha en el año 1950, en la cual la inversión de la CFE alcanzó la suma de "362 millones de pesos y constituyó un 13.55% de la inversión total."¹⁹ Esta proporción sólo se superó hasta el año de 1960 (año de la nacionalización), en la cual la inversión en energía eléctrica por parte de la Comisión fue del "17.37% del total de la inversión federal".²⁰

Esta fuerte inversión en 1950 se debió a la necesidad de interconectar algunos sistemas y a la construcción de grandes obras de captación, dada la experiencia sufrida años antes en que se presentó una escasez de energía provocada por la falta de lluvias. Otro aspecto positivo a parte de las fuertes inversiones que se realizaron, fue el surgimiento de idea de formar el sistema eléctrico nacional, que representa el único medio positivo de resolver racionalmente y con miras no sólo económicas, sino también sociales, el problema de la electrificación rural.

¹⁹ Aguñaga, R. Alfonso, op cit., p. 42

²⁰ Aguñaga, R. Alfonso, op. cit., p. 29

CUADRO 3**CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA 1947-1952**

AÑOS	CONSUMO TOTAL	ÍNDICE	CONSUMO PERCÁPITA Kwh	ÍNDICE
1947	3 167 647	100.0	135.1	100.0
1948	3 525 579	111.3	148.1	108.1
1949	3 950 375	124.7	159.1	117.8
1950	4 188 510	132.3	162.6	120.4
1951	4 616 787	145.8	170.8	126.4
1952	5 048 000	159.3	181.3	134.2

FUENTE: Aguiñaga, Rodolfo. *Electrificación Rural*. México 1969.

Durante el período presidencial del presidente Alemán (1946-1952) "la tasa de crecimiento de la población fue de 2.73% al año, es decir, mayor a la que se registró en el sexenio anterior y no obstante esto, el consumo per cápita aumentó en un 34.2% en todo el período, contra 14.0% en el sexenio avilacamachista. Lo anterior se debe al hecho de que el consumo total creció un 59.3% en el régimen alemanista (contra solo un 28.6% en el régimen de Ávila Camacho). Por otra parte, además del alto crecimiento del consumo total, es conveniente resaltar el hecho de que dicho crecimiento mantuvo su ritmo durante todos los años del sexenio (alrededor de un 2% cada año)...²¹ (Ver cuadro 3).

Las demandas crecientes de los núcleos campesinos y sus organizaciones de lucha llevaron a la conclusión de que la electrificación rural requería ser atendida en forma especial a través de un programa específico.

²¹ *ibidem*, p. 31

Una vez que se hubo decidido se estableció un programa específico dedicado a promover la electrificación en el campo, fue necesaria la creación de mecanismos ágiles y eficientes que lo llevaran a cabo. De ahí surge el aspecto más importante en cuanto a materia de electrificación rural en el sexenio de Miguel Alemán: se creó la primera Junta Estatal de Electrificación, en abril de 1952, en el Estado de México, que representa al primer impulso serio oficial para la resolución de este problema. A partir de entonces se empiezan a establecer programas de inversión concretos para la electrificación del medio rural con aportación financiera del gobierno a través de la CFE, los gobiernos de los Estados y los particulares mismos.

Sin embargo, durante el régimen del Lic. Miguel Alemán, tampoco se logró gran cosa en materia de electrificación rural, debido a que la CFE no tenía aún la influencia suficiente y, por otra parte, debido a que las Juntas de Electrificación, no llegaron a operar de hecho en este período, pues la primera se creó en el último año del sexenio.

Las Juntas Estatales de Electrificación tienen las siguientes características:

ORGANIZACIÓN

De acuerdo con el convenio suscrito entre la Comisión Federal de Electricidad y el gobierno de cada Estado, la organización de las Juntas se establece en la siguiente forma:

a) Se estipula que el 50% de la inversión corresponde a la Comisión Federal de Electricidad, y el otro 50% al gobierno de cada Estado, el cual podrá ser integrado con aportaciones de los particulares beneficiados y del propio gobierno.

b) Se fijan las bases de administración, en las cuales se acuerda que los directivos de la junta se compondrán de la manera siguiente:

El Gobernador de la entidad como presidente honorario.

Un ingeniero, nombrado por la CFE, como presidente ejecutivo.

Como secretario de la junta, una persona propuesta por el gobierno de la entidad y aprobada por la Comisión.

Asimismo, se establece que la dirección técnica y administrativa de la junta depende de la Comisión Federal de Electricidad y que al término de las obras, éstas serán integradas a dicho organismos, pasando a formar parte de su patrimonio.

FUNCIONAMIENTO

En cuanto al funcionamiento de las juntas, éste se resume en los aspectos siguientes:

a) La iniciativa para una obra de electrificación parte, generalmente, de los habitantes de la población, quienes la proponen a través de sus representantes, a la junta estatal, al gobierno o a la CFE. Esta solicitud va finalmente a la Junta, la que asesorará a los solicitantes, para que en una asamblea general se designe

un comité pro-electricación, integrado por un presidente, un secretario, un tesorero y vocales.

b) Este comité pro-electricación remite a la Junta un ejemplar de su acta constitutiva y ratifica la solicitud de electricación, enviando copia de dichos documentos al gobierno del Estado y al Departamento de Juntas Estatales de Electricación. Con bases en lo anterior, la junta estatal procede a realizar un estudio preliminar para determinar la posibilidad de ejecución de la obra. Este estudio se somete a la aprobación del Departamento de Juntas Estatales de la Comisión Federal, el que autoriza, en su caso, los levantamientos topográficos necesarios, el proyecto de electricación y su presupuesto.

c) Una vez realizado lo anterior, se formaliza el convenio que suscriben el gobierno del Estado, el presidente de la Junta Estatal, el ayuntamiento y el Comité pro-electricación, en representación de la población solicitante.²²

Durante el período presidencial de Ruiz Cortines (1952-1958), la mayoría de las entidades federativas crearon sus juntas de electricación. Por lo mismo, es válido afirmar que es a partir de este período, cuando se realizaron obras y planes concretos para dotar de electricidad a las zonas rurales que hasta antes de este régimen no habían concebido los beneficios de la electricación.

Las cifras que se tienen para este régimen presidencial en materia de electricación total y rural son las siguientes: ²³

²² Tomado de Naciones Unidas. Estudios sobre Electricidad en América Latina. Vol. II. Nueva York 1964.

CUADRO 4

CONSUMO E INVERSIÓN DE ENERGÍA RURAL 1952-1958

CONSUMO DE ENERGÍA				
AÑOS	CONSUMO TOTAL kWH	ÍNDICE	CONSUMO PERCÁPITA kWH	ÍNDICE
1953	5 453 366	100.0	190.0	100.0
1954	6 021 853	110.4	203.4	107.1
1955	6 789 117	124.5	222.2	117.0
1956	7 620 581	139.7	241.5	127.1
1957	8 444 938	154.9	259.0	136.2
1958	8 918 497	163.5	264.6	139.4

INVERSIÓN EN ELECTRIFICACIÓN RURAL		
(millones de pesos)		
AÑO	TOTAL (<i>aportación del Estado y particulares</i>)	CFE
1952 - 1955	56	28
1956	16	8
1957	27	14
1958	37	20

FUENTE: CFE. Evolución del Sector Eléctrico Mexicano. México 1977.

Las inversiones totales en electrificación rural en el período 1952-1958 fueron de 136 millones de pesos de los cuales la CFE aportó 70 millones. Estas cifras son bastante pequeñas si se consideran las necesidades de las zonas rurales. Sin embargo, esas inversiones tuvieron la virtud de despertar el entusiasmo entre los particulares y los gobiernos de los estados para seguir incrementándolas a través

²³ Aguilera, Rodolfo, op. cit., p. 37

del tiempo y lograr en el futuro la electrificación de más localidades rurales. Así se tiene que transcurridos seis años de la creación de las Juntas Estatales, se logró lo siguiente:

- Se beneficiaron 459 poblaciones con un total de 794,300 habitantes.
- Se tendieron 2 611 kilómetros de línea, de los cuales 2,256 km., fueron líneas de 13 kv. y 311 km. de líneas de 22 y 33 kv.
- Se instalaron cuarenta y una subestaciones con una capacidad total de 12,900 kv. representando el 80% del total de la capacidad instalada durante este régimen.
- Se instalaron 49 plantas en el país con una capacidad total de 6,000 kw.

Como se puede observar con los datos anteriores, los logros iniciales en electrificación rural no fueron tan pequeños si se toma en cuenta el tiempo de operación a partir de la creación de la primera junta y las inversiones que se realizaron en este período.

En el régimen del Lic. López Mateos (1958-1964) es cuando se dio mayor y más trascendencia en materia de electricidad al nacionalizarse la industria eléctrica y ser patrimonio de los mexicanos, sin embargo, no fue lo suficiente para que se observara un espectacular crecimiento. El consumo total creció en el período alrededor de un 40.8%, cifra menor a la que alcanzó Ruiz Cortines que fue de 63.5%. Lo anterior se comprende si se toma en consideración que la política de éste régimen no estuvo encaminada tanto a aumentar la generación como a

nacionalizar las empresas eléctricas, para sentar las bases de una planificación central en materia de electrificación y lograr las ventajas de una coordinación que permita decidir en forma más racional todos los problemas de la electrificación y no sólo los de instalación de plantas, en una escala nacional. La misma causa hizo que el consumo per cápita no creciera en una proporción mayor y que si se compara con el período anterior, aquél sea mayor en cifras.

No obstante, en este período se realizó en materia de electrificación rural las obras siguientes:²⁴

- Se beneficiaron 2,148 localidades de la República, con una población total de 2 660,600 habitantes. El porcentaje de población rural beneficiada con respecto a la rural total fue de 14 %.
- Durante este sexenio se tendieron en la República 11 449 kilómetros de líneas de los cuales 9,442 kilómetros correspondieron a líneas de 13 Kv., 1,462 km. a líneas de 22 y 33 Kv., y 545 km. de 66, 85 y 110 Kv.
- Se instalaron en el país 73 subestaciones con una capacidad total de 79,345 Kv.
- Se instalaron 48 plantas en toda la república con una capacidad total de 5,872 Kw.

²⁴ Aguilaga, R. op. cit. p. 43

En el régimen del Lic. Gustavo Díaz Ordáz destacan por su importancia en materia de electrificación total y rural los aspectos siguientes:²⁵

CUADRO 5

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA 1965-1969

AÑOS	CONSUMO TOTAL	ÍNDICE	CONSUMO PERCAPITA	ÍNDICE
	<i>kwh</i>		<i>kwh</i>	
1965	15 064 501	100.0	352.9	100.0
1966	17 029 866	113.0	385.8	109.3
1967	18 025 151	119.7	394.7	111.9
1968	19 440 022	129.0	411.2	116.5
1969	21 848 321	132.0	687.6	121.2

FUENTE: Aguñaga, Rodolfo. *Electrificación Rural. México 1969.*

El incremento logrado en el consumo se debe principalmente a la política seguida consistente en suministrar energía a grandes sectores de la población. Esto se refleja en el incremento registrado durante el año de 1965 en lo que se refiere al número de consumidores, que fue de 246,000 en relación con 1964, de tal modo a finales de 1965 existían 3,207,000 consumidores de energía eléctrica. Para el año de 1966, la industria eléctrica atendía a 3,509,100 consumidores, los cuales correspondían a una población beneficiada de 24,400,000 habitantes, de los cuales se sumaron 1,500,000 en este año. Durante el año de 1967, se incorporó al consumo de energía eléctrica una población de 1,250,000 habitantes distribuidos en 840 poblaciones para que en 1970 se sumaran a esas mismas poblaciones y otras más 2,494,896 habitantes.

²⁵ *Ibidem*, p. 45

En lo referente a materia de electrificación rural se logró lo siguiente:²⁶

- Se efectuaron obras de electrificación de 3,592 poblados beneficiando a 3,416 457 habitantes.**
- Se tendieron en el país 15,720 kilómetros de líneas, de los cuales 12,676 km. fueron de líneas de 13 Kv., 2,895 de líneas 22 y 33 Kv., y 149 km. de líneas 66, 85 y 110 Kv.**
- Se instalaron en la República 24 subestaciones con una capacidad total de 21,025 Kv.**

Durante el sexenio del Lic. Luis Echeverría (1970-1976), el gobierno de la República realizó un notable esfuerzo para impulsar la economía del sector campesino en todos los aspectos, canalizando una importante cantidad de recursos del presupuesto federal con tal fin.

Esta situación, aunada a las cada vez más complejas actividades que comprende la función de la electrificación rural, hizo necesario que el Departamento de Juntas Estatales de Electrificación se convirtiera, en agosto de 1973, en la actual Gerencia General de Electrificación Rural.

El 25 de noviembre de 1975 por decreto del presidente Echeverría, creó el Instituto de Investigaciones Eléctricas, que es un organismo descentralizado y que tiene la finalidad de elevar el nivel científico y tecnológico del sector eléctrico,

²⁶ CFE, 50 Aniversario, op. cit., p. 111

tanto para mejorar la presentación del servicio como para aumentar la oferta nacional de equipos y servicios que usualmente tienen un alto contenido de importaciones. También participa en el diseño de sistemas seguros y económicos para el control automático de la generación eléctrica; en la ubicación, seguridad e inspección de las plantas nucleoelectricas, en la planeación del suministro de combustible nuclear, y en la instrumentación electrónica de las plantas térmicas.

Al finalizar este sexenio, el programa de electrificación Rural logró resultados altamente satisfactorios: se tendieron 80,000 kilómetros de líneas de distribución y se utilizaron un millón de postes para electrificar a 20 mil centros de población, beneficiándose a 15 millones de campesinos que representan el 65 % de la población rural.

Asimismo se electrificaron 9,000 unidades de bombeo para riego agrícola, que incrementaron la productividad a 350,000 hectáreas. Además, se atendieron y electrificaron unidades de bombeo de agua potable, bodegas, clínicas, escuelas, industrias, unidades mineras y unidades agropecuarias.(ver cuadro 6)

En el sexenio del presidente José López Portillo se desarrolló un Programa de Electrificación Rural con el objetivo de resolver problemas de carencias para las clases campesinas, para contribuir a la producción de alimentos y productos del campo.

CUADRO 6

<u>ELECTRIFICACIÓN RURAL</u>				
REALIZACIÓN	1952-1994	1965-1970	1971-1976	TOTAL
CENTROS DE POBLACIÓN	2 607	7 451	10 223	20 281
HABITANTES BENEFICIADOS	3 454 900	6 170 701	4 995 902	14 621 503
POSTES EN REDES	194 853	413 730	440 203	1 048 786
KILÓMETROS DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN HASTA 33 Kv.	12 515	32 327	33 942	78 784
INVERSIÓN (MILLONES DE PESOS)	718	1 639	3 401	5 598

FUENTE: CFE. *La Electrificación en México. México 1978. Pag. 113*

Para este sexenio se tenían 79 800 poblados sin electrificar con 9.2 millones de habitantes que representaban el 41 % de la población rural del país. En cuanto a población urbana, 1.1 millones de habitantes carecía de electricidad, de ésta cifra 108 millones corresponden a 36 localidades sin electrificar de vecinos de las zonas suburbanas sin servicio cercanas a las ciudades ya electrificadas, y unas cuantas zonas marginadas sin electrificación en forma ya fija por la CFE. (ver cuadro 7).

Las 79,871 localidades diseminadas en todo el territorio nacional que no estaban electrificadas son de muy diferente tamaño, pues varían de 1 hasta 2 499 habitantes. Es así que 56 mil localidades tienen 1.5 millones de habitantes, que representa el 70 % de las comunidades sin electrificar se congrega solamente el

17 % de los habitantes que no cuentan con energía eléctrica. En el otro extremo se tienen 816 poblados de más de mil habitantes con 1.1 millones de campesinos.

CUADRO 7

<u>ELECTRIFICACIÓN EN 1982</u>			
<u>POBLACIÓN</u>	<u>LOCALIDADES</u>		<u>HABITANTES</u>
<u>ELECTRIFICADA</u>	RURAL	21 484	13 267 050
	URBANA	3 096	44 194 930
	<u>TOTAL</u>	<u>24 610</u>	<u>57 461 980</u>
<u>SIN ELECTRIFICACIÓN</u>	RURAL	79 835	9 201 812
	URBANA	36	1 138 236
	<u>TOTAL</u>	<u>79 871</u>	<u>10 340 048</u>
<u>EN EL PAÍS</u>	RURAL	101 319	22 468 862
	URBANA	3 132	45 333 466
	<u>TOTAL</u>	<u>104 451</u>	<u>67 802 328</u>

FUENTE: CFE. Cuaderno de Información de Labores. México 1982.

Esto conduce a la necesidad en aquellos años, de establecer prioridades en la selección de las poblaciones que integran los programas de electrificación, procurando atender primeramente a las que agrupan la mayor cantidad de habitantes.

Durante el sexenio del presidente Lic. Miguel de la Madrid Hurtado (1982-1988) se hace y publica el Programa de Energéticos; aquí el ahorro de energía recibe la más alta prioridad, pues se considera que puede producir resultados incluso a corto plazo. Es importante destacar que este tipo de programas sobre el ahorro de energía tuvo sus inicios en el sexenio anterior, con López Portillo, el cual se le

llamó *Plan de Energía del Gobierno Federal* , y fue editado en 1980; no obstante, no se establecieron metas concretas ni mecanismos para alcanzarlas. Las acciones del Plan de Miguel de la Madrid serán tratados más adelante. Siguiendo en materia de electrificación rural, en este sexenio se beneficiaron a un millón tres mil habitantes, al dotarse de electricidad a 1,553 poblados rurales, 335 colonias populares y se realizaron 694 ampliaciones, además se proporcionó servicio a 1,242 pozos de riego agrícola que cubren aproximadamente 25 mil hectáreas. Para este sexenio ya se tenían 130,138.7 km. de líneas de distribución tomándose en cuenta desde la creación de las Juntas Estatales de Electrificación (1952), también se instalaron 1,965,755 postes en redes de distribución, para la electrificación de 44 297 centros de población, beneficiando a más de 25.5 millones de habitantes.

Así se tiene que desde 1952 a 1988 se habían electrificado 58,191 centros de población (38,668 poblados rurales, 10,660 ampliaciones a poblados y 8,863 colonias populares) y 24,520 unidades de bombeo para el riego agrícola, en beneficio de 31,261,447 habitantes y 888,135 hectáreas. Se instalaron 2,366,588 postes en redes y se construyeron 145,670 kilómetros de líneas de distribución. Adicionalmente, se atendieron 9,066 servicios públicos.

CUADRO 8**TRABAJOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL 1982-1988**

AÑO	HABITANTES BENEFICIADOS	POBLACIÓN ELECTRIFICADA	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	POSTES
1982	870 073	1 863	5 656	78 311
1983	855 589	1 848	3 613	67 863
1984	1 096 678	2 258	4 021	92 112
1985	1 481 821	2 926	4 699	99 722
1986	939 112	2 144	3 905	65 626
1987	728 566	1 718	2 917	56 518
1988	1 003 065	2 582	4 662	77 104

FUENTE: CFE. Informe Anual 1989. México 1989. pág. 89

Para el sexenio del presidente Lic. Carlos Salinas de Gortari (1989-1994), se finca la modernización de México y se hacen tres grandes Acuerdos Nacionales conformando un Plan Nacional de Desarrollo del cual sale el Programa Nacional de Modernización Energética 1990-1994. El Programa se fija como propósito ubicar al Sector Energético como un actor importante en el proceso de modernización nacional y responder a los retos que se desprenden en tales Acuerdos Nacionales.

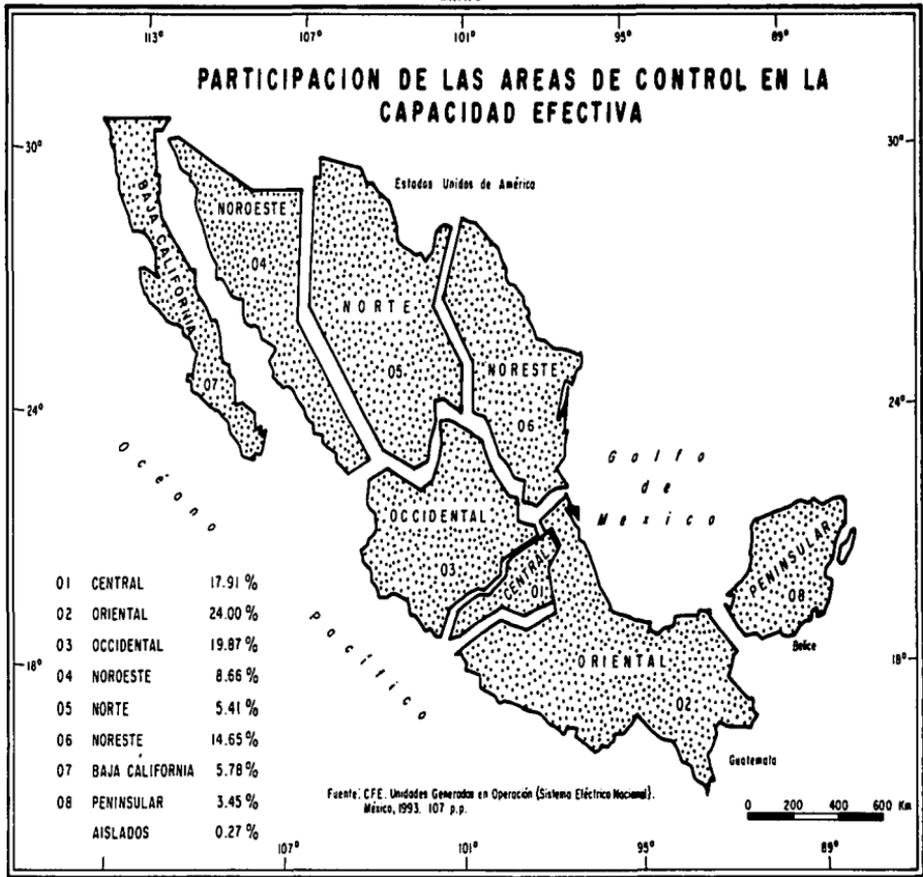
En este Plan se hace hincapié en la necesidad de hacer un uso más eficiente de la energía, con el fin de no comprometer la disponibilidad de ésta para las futuras generaciones. Se destaca como prioridad el fomento de una cultura del ahorro de energía, que al mismo tiempo contribuya a no deteriorar el equilibrio ecológico, propósito central de la política social de Salinas de Gortari, (ver mapa 7 y 8).

También se recoge la necesidad de armonizar en el tiempo del desarrollo del Sector Eléctrico, para enfrentar el reto que significa asegurar la disponibilidad de energía que se requiere para el proceso de desarrollo. Por último, de manera reiterada se hizo énfasis en la necesidad de contar con un sector más productivo y eficiente.

En el mapa 7 se señala la capacidad instalada por región de generación eléctrica. Se observa que en la porción Norte, Noreste y Noroeste está concentrada casi el 38% del total, en la porción centro se acumula casi el 51% y el sureste el 16%. Esto muestra que un alto porcentaje se encuentra en los estados del norte donde la densidad de población es menor que la del centro del país a pesar de su gran extensión territorial. Es una excepción el caso de Coahuila, Durango y Zacatecas donde tienen un promedio de densidad ligeramente alto. No así el caso de la parte central del país incluyendo Veracruz y Tabasco, que es donde se observa un alto porcentaje de densidad de población. En los estados de mayor adelanto urbano, es visible la influencia de la industrialización y las mayores comunicaciones, mayores concentraciones regionales y un alto grado de desarrollo de comercios y servicios.

Lo mismo se observa en el mapa 8 donde la región occidental, central y oriental tienen una participación de un poco más del 60%, el noroeste, norte y noreste

PARTICIPACION DE LAS AREAS DE CONTROL EN LA CAPACIDAD EFECTIVA



01	CENTRAL	17.91 %
02	ORIENTAL	24.00 %
03	OCCIDENTAL	19.87 %
04	NOROESTE	8.66 %
05	NORTE	5.41 %
06	NORESTE	14.65 %
07	BAJA CALIFORNIA	5.78 %
08	PENINSULAR	3.45 %
	AISLADOS	0.27 %

Fuente: CFE. Unidades Generadas en Operación (Sistema Eléctrico Nacional).
México, 1993. 107 p.p.

0 200 400 600 Km

con un 33%, así la mayor parte de la capacidad generada se concentra en estas regiones.

El Programa propone atender entonces cinco prioridades: productividad, ahorro y uso eficiente de la energía; financiamiento del desarrollo y expansión de la oferta, diversificación de fuentes, y participación eficaz en el mercado internacional ver mapa 6). Estas líneas de política energética nacional y a través de su ejecución se conformará el Sector Energético moderno que reclama la sociedad mexicana y que para su éxito, la presente administración del Dr. Ernesto Zedillo tiene que conservar por lo menos algunos lineamientos que son bien necesarios para los beneficios que se desean.

En el mapa 7 se observa la participación de las áreas de control en la capacidad efectiva en porcentaje durante 1993.

Sobre electrificación rural se tienen los siguientes datos:

CUADRO 9
OBRAS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL PARA 1994.

CONCEPTO	PRONASOL	PROG. 100%	TOTAL
POBLADOS RURALES	2 189.0	50.0	2 219.0
COLONIAS POPULARES	654.0	36.0	690.0
HABITANTES	944 500.0	18 289.0	962 789.0
USUARIOS	108 900.0	3 658.0	192 558.0
POSTES EN REDES	75 001.0	1 509.0	76 510.0
KM. DE LINEAS DE DISTANCIA.	2 918.7	42.3	2 961.0
POZOS PARA REGO AGRICOLA.	66.0	1.0	67.0
HECTÁREAS	160.0	-	160.0
SERV. PUB. Y PART.	3.0	6.0	9.0
INVERSIÓN (MILES DE N\$)	443 641.4	6 358.6	450 000.0

FUENTE:: CFE. PROGRAMA NACIONAL DE SOLIDARIDAD. RESUMEN 1993-1994

CUADRO 10
PROGRAMA NACIONAL DE SOLIDARIDAD
ELECTRIFICACIÓN Y FUENTES ALTERNAS

CONCEPTO	1993	1994	TOTAL
POBLADOS RURALES	227	100	337
HABITANTES BENEFICIADOS	37 204	28 976	66 180
CASAS CON SISTEMAS INDI-			
VIDUALES +	7 321	6 329	13 650
SISTEMAS COMUNALES +	15	-	15
SISTEMAS HIBRIDOS	1	-	1
SISTEMAS MICROHIDRÁULICOS	-	-	-
INVERSIÓN (MILES DE N\$)	25 112.7	20 119.0	45 231.7

+ FOTOVOLTAICAS.

FUENTE: CFE. PROGRAMA NACIONAL DE SOLIDARIDAD. RESUMEN 1993-1994.

Por todo lo expuesto anteriormente, se observa que se ha trabajado mucho en la electrificación rural, sin embargo, todavía es un problema social pues, la población rural de México presenta un alto grado de dispersión. Este tipo de distribución dificulta considerablemente el abastecimiento energético y otros productos a una parte importante de la misma, ya que cada vez un poblado se encuentra más alejado del otro y en su mayor parte, son muy difíciles de llegar porque no cuentan con caminos que hagan fácil su acceso.

La existencia de un considerable porcentaje de localidades dispersas con un reducido número de habitantes ha constituido una restricción para el desarrollo de la electrificación del campo.

El objetivo que se ha tenido y se ha mantenido en pie consiste, por un lado, en aumentar la producción agropecuaria a través de la ampliación de la capacidad de bombeo de agua para la irrigación y alentar el desarrollo de pequeñas industrias y comercios, que en muchos casos son el apoyo económico de las zonas rurales agrícolas de subsistencia; y por otro lado, se trata de llevar el servicio eléctrico a las comunidades que hasta ahora no se han tenido acceso a él.

En vista de que en muchos casos la extensión de las redes de distribución a las comunidades aisladas implica costos muy elevados y una menor eficiencia técnica, la política energética actual establece que los programas de racionalización de electrificación rural, deberán orientarse hacia la aplicación de sistemas de abastecimiento descentralizados. Estos sistemas deberán apoyarse en el uso de tecnologías de escala reducida, apropiadas al medio rural donde el grado de dispersión de la población es un factor importante que debe tenerse bien en cuenta. En este sentido, se considera que es necesario dar prioridad tanto a las centrales eléctricas de bomba de gasolina como a las pequeñas centrales hidráulicas, que prácticamente no se han utilizado en el país.

Además de las anteriores consideraciones en el Programa de Energía sobre la electrificación rural, se ve la conveniencia de aprovechar la energía solar para calentar agua destinada a usos domésticos o de producción, como para el secado de los productos agropecuarios. Esto se debe a que se pretende dejar a un lado las demás formas generadoras de energía en el medio rural. La idea que parece subyacer en esta política es que en un país con los recursos energéticos de México, los derivados del petróleo debe penetrar, necesariamente, en las zonas rurales.

CAPÍTULO 3

USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO

3.1 POLÍTICAS SOBRE EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA.

En diversos estudios se ha mencionado que, desde el conflicto armado en el Medio Oriente de los años 1973-1974, se sucedieron transformaciones en el balance energético mundial que se intensificaron con los disparados aumentos de precios de los años 1979 y 1980.

El cambio más importante provino del lado de la demanda. Los países industrializados implantaron una política de ahorro de energía y de diversificación de fuentes de suministro, cuyos resultados han sido espectaculares. La transformación se inició desde los primeros años de los setentas y se aceleró hacia finales de esa década, donde el consumo total de energía en el mundo disminuyó en un 0.3 % anual promedio y en los países industrializados en casi un 3 %.²⁸

Es importante mencionar que estas reducciones de energía también fueron originadas por la menor actividad económica mundial asociada a la recesión. No cabe duda que las políticas de ahorro de energía y diversificación energética son causas más importantes.

²⁸ Conchairo A. y Rodríguez L. *Alternativas Energéticas*. México 1985. p. 135

Los efectos del ahorro de energía han sido fundamentales, no sólo para el sector energético, sino para las economías en su conjunto. El nivel de eficiencia energética de la planta productora mundial ha aumentado. Así, se observa el replanteamiento de las políticas industriales de muchos países, entre las cuales se tiene el avance, en los países desarrollados, de las ramas menos intensivas en energía como la electrónica y la biotecnología.

A nivel mundial, los esfuerzos de ahorro se han centrado en los sectores industrial y en el comercial-residencial. Así en los últimos dieciocho años, los países industrializados lograron reducir el consumo de energía primaria por unidad de producto bruto en un 20 % en promedio.

Debe destacarse que los esfuerzos enfocados a la conservación y ahorro de energía, así como a la diversificación de fuentes de abasto energético, se dieron de manera prácticamente exclusiva en los países desarrollados. La importancia fue tal, que permitió modificar las estructuras mundiales.

La mayor parte de los países en vías de desarrollo como México, han permanecido por mucho tiempo ajenos a estos esfuerzos, lo que los condena a tener una mínima participación en el contexto mundial por la falta de competitividad causada, entre muchos factores, por la poca eficiencia energética.

En nuestro país, la problemática energética se atribuye a tres problemas importantes. El primero de ellos es el alto consumo de energía total por unidad de producto producido originado, entre otras causas, por una política de promoción industrial basada en energía barata. Esto significa que el consumo nacional total de energía es más alto que la tasa que se obtiene del producto interno bruto (PIB). Por ejemplo, en el periodo de 1965-1975, el consumo de energía creció 6.6 % mientras que el PIB alcanzó apenas el 6.4 %; entre 1975-1980 el consumo de energía total consumida fue negativa en varios años, notándose apenas un incremento de 0.5 %, con un descenso del PIB de 0.8 % en ese mismo tiempo. México mantiene una relación entre el incremento de energía y el del PIB, que supera la unidad, cuando en muchos países éste valor es cercano al 0.5.²⁷

El segundo aspecto importante de la situación energética nacional es la elevada dependencia de los hidrocarburos en la estructura de abasto, lo cual en una perspectiva a largo plazo, significa un alto grado de vulnerabilidad.

Finalmente, el tercer problema relevante del sector energético es la estructura nacional del consumo de energía; dado que las propias empresas suministradoras de energía, así como el sector transporte, presentan valores sumamente elevados, por el contrario, la energía consumida por el sector agropecuario es extremadamente baja.

²⁷ Cifras tomadas de Balance Nacional de Energía 1989. SEMIP, México 1990.

El panorama del uso eficiente de la energía en México es relativamente joven; las contribuciones relevantes han sido escasas y ha sido notoria la ausencia de una política integral nacional.

En la década de los sesentas, México realizaba un mejor uso de sus energéticos que en la actualidad. Al iniciarse la década de los setentas, e irse convirtiendo en un exportador neto de hidrocarburos con enormes reservas de este energético, el país comenzó a tener un gasto excesivo de su energía.

En 1977, varios años después de que en los países desarrollados se tenían planes muy completos de ahorro y diversificación energética, aparece en México un "Manual de Procedimientos para el Uso Eficiente de la Energía en la Industria y el Comercio", editado por la Comisión de Energéticos de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial (SEPAFIN), que era una traducción de una obra de Estados Unidos titulada Energy Conservation Program guide for Industry and Commerce, cuyos autores eran Gatts, Massey y Roberston²⁸. Esta obra pretendió ser un primer paso hacia un Programa Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, sin embargo, su circulación e impacto fueron mínimos.

En esos mismos años también se dieron los primeros ejemplos de programas internos de uso racional de la energía en empresas internacionales.²⁹ Sin

²⁸ Comisión de Energéticos. SEPAFIN. Manual de Procedimientos para el Uso Eficiente de la Energía en la Industria y el Comercio. México 1977. p. 45

²⁹ Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Conservación de Energía en Plantas Industriales. Boletín informativo. abril 1980. p. 49

embargo, en virtud del bajo costo de los energéticos, los programas quedaron solamente en etapas iniciales.

De manera formal, la necesidad de hacer un uso más racional de la energía hace su primera aparición en un Plan de Energía del Gobierno Federal editado en 1980, no obstante, no se establecieron metas concretas ni mecanismos para alcanzarlas.³⁰

Ese año marca en México el inicio de una serie de acciones de diversas instituciones y empresas públicas y privadas, para difundir el mensaje en los usuarios de la necesidad de utilizar eficientemente la energía. Entre las más importantes destaca la celebración de un seminario interinstitucional, que bajo el título de "Uso Racional de la Energía de la Industria", inició una tradición que desde 1980 se viene consolidando. Este seminario congrega, año con año, un número creciente de empresas y prestadoras de servicio de todo el país en torno a expertos en la materia.

En 1979 la Comisión Federal de Electricidad (CFE) estableció el Programa Nacional de Uso Eficiente de Energía Eléctrica (PRONUREE), que enfocó sus acciones al sector consumidor sin realizar apenas actividades hacia el interior de la propia CFE.

³⁰ SEMIP. *Plan Nacional de Energía: Metas a 1990 y Proyecciones al año 2000*. Secretaría de energía, Minas e Industria Paraestatal. Gobierno Federal, México 1980. p.57

La Universidad Nacional Autónoma de México se une al esfuerzo de reflexión en torno del uso de los energéticos con la creación, en agosto de 1982, del Programa Universitario de Energía (PUE), con la finalidad de proveer a esta institución de un marco de referencia para las acciones de investigación y desarrollo, de formación de personal, de asesoría y de vinculación con otros sectores del país en el campo de la energía.

En 1984 se publica el Programa Nacional de Energéticos 1984-1988.³¹ El ahorro de energía recibe la más alta prioridad, pues se considera que puede producir resultados incluso a corto plazo. Aquí, las primeras acciones se orientan a eliminar el uso irracional de la energía y el desperdicio, sin grandes inversiones; los cambios tecnológicos importantes fueron el ámbito del programa. En el documento se fijaron metas de ahorro entre 7 % y 9% del consumo de energía proyectado para 1988, y entre 18 y 20% para el año 2000.

Por otra parte, se establecen políticas sectoriales de ahorro de energía, como la obligatoriedad de instrumentar programas orientados a optimizar el uso de combustibles, evitar su desperdicio y flexibilizar las instalaciones de las empresas del sector paraestatal, para que puedan operar con combustibles alternativos. En el sector industrial, se anunció la necesidad de evaluar el uso de instrumentos financieros para fomentar la inversión en ahorro energético, mediante el uso de maquinaria y equipo que utilice menos intensivamente la energía. En el sector

³¹ Secretaría de Gobernación. Programa Nacional de Energéticos 1984-1988. Diario Oficial de la Federación. México, agosto 15 de 1984.

transporte, se proponía intensificar la fabricación y el uso de medios que requieren menor consumo energético por unidad de carga transportada.

A partir de ese año se vuelve obligatorio para la CFE la instauración y operación de un programa institucional de uso racional de la energía en sus dos vertientes: la externa, a través de difusión a los usuarios de las técnicas y medidas de uso eficiente, y la interna, mediante la reducción de los consumos propios.

En agosto de 1984 se crea en Petróleos Mexicanos el programa de Conservación y Ahorro de Energía (PROCAE). Su aplicación fue prevista en tres etapas, según el tipo de medidas y el tiempo de obtención de resultados: corto, mediano y largo plazo.

Para el sector residencial y comercial se propusieron las específicas de acción siguientes:

- A) Aplicar normas para el ahorro energético en edificios, viviendas e instalaciones comerciales.
- B) Establecer un reglamento para los anuncios luminosos e implantar normas para el alumbrado público.
- C) Instrumentar programas para incrementar la eficiencia termodinámica en los sistemas de calefacción, enfriamiento, aire acondicionado y agua caliente.

D) Realizar campañas de promoción y difusión para el ahorro de energía en locales comerciales y residenciales.

A pesar de lo planteado en el Programa Nacional de Energéticos (PRONE), las dificultades económicas y la falta de mecanismos reales de evaluación hicieron que al final de su vigencia, no fuera claro si la reducción en el consumo de energía fue por efecto del ahorro o por otros factores.

Durante los años de 1986 y 1987, la Comisión de Energéticos de la Cámara de Diputados realizó cuatro reuniones nacionales bajo el título de "Ahorro de Energía y sus Fuentes Alternativas", con el objetivo principal de dotar al país de un marco legal que posibilitara el desarrollo idóneo de las técnicas en el campo del ahorro, y la diversificación de las aplicaciones energéticas; aparentemente este magno esfuerzo nacional no tuvo resultado.

En los últimos siete años, el panorama del uso eficiente de la energía ha cambiado radicalmente y tomado un ritmo vertiginoso; cada vez son más las empresas, tanto privadas como públicas, que empiezan a interesarse en la aplicación de medidas correctivas para usarla mejor, y sus organismos han dirigido sus objetivos e impulsado a actuar en pro del uso racional de los energéticos. Las dependencias e instancias oficiales, así como las instituciones de investigación y educación superior, promueven continuamente el uso racional

de la energía de los distintos sectores, sin embargo los resultados hasta ahora no son espectaculares pero sí satisfactorios, pues hay una serie de factores limitantes que impiden el cabal desarrollo de una estructura de consumo de energía más eficiente.

En 1990, se publicó el Programa Nacional de Modernización Energética 1990-1994 (PROME)³²; de nueva cuenta el ahorro y uso eficiente de la energía, juegan un papel muy importante en los objetivos energéticos del país. En él se reconoce que los resultados logrados en programas previos han sido muy escasos, por falta de un esfuerzo integral con amplia participación. También se comenta el carácter estratégico del uso racional de la energía, para disminuir los ritmos de crecimiento y las inversiones para crear más infraestructura eléctrica y petrolera, así como su elevada vinculación con los aspectos ambientales.

Los lineamientos de la política energética del PROME son similares a los de su antecesor, con lo que se presta particular énfasis a los sectores industrial y de transporte. En lo que respecta al sector doméstico únicamente se indican los siguientes aspectos:

A) Prestar atención específica en alguna áreas que ya presentan situaciones difíciles, como el bombeo agrícola y el consumo de electricidad en zonas de verano muy cálido.

³² Secretaría de Gobernación. Programa Nacional de Modernización Energética. Diario Oficial de la Federación, México mayo 7 de 1990.

B) Establecer normas de eficiencia para los principales aparatos y equipos que utilizan energía, incluyendo los electrodomésticos. En el mismo sentido, establecer las correspondientes a la industria de la construcción.

Para coordinar los esfuerzos promoción y uso eficiente de la energía en su producción, distribución y utilización final, se crea la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía en septiembre de 1989 (CONAE)³³. En la Comisión están representadas siete Secretarías de Estado, el Departamento del Distrito Federal, PEMEX y CFE; la preside la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal. Su meta principal para ahorro de energía, es la disminuir el consumo en 125 mil barriles diarios de petróleo crudo equivalente, acumulados para el período 1989-1994.

Finalmente, como última medida en el ahorro de uso racional de la energía eléctrica, entre la Comisión Federal de Electricidad, su sindicato y proveedores, mediante sus aportaciones económicas, crearon un Fideicomiso de Apoyo al Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (FIDE).³⁴ Este fideicomiso creado en 1991, es un organismo de carácter privado, creado para apoyar acciones que induzcan y fomenten el ahorro de energía eléctrica. Los apoyos que ofrece el FIDE para programas de ahorro de energía son los siguientes:

³³ Secretaría de Gobernación. Acuerdo para la creación de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. Diario oficial de la Federación, septiembre 28 de 1989.

³⁴ FIDE. Fideicomiso de Apoyo al Programa de Ahorro de Energía del Sistema Eléctrico. FIDE. Folleto descriptivo, México, agosto de 1990.

- 1.- Realiza diagnósticos energéticos en ramas intensivas en consumo de energía eléctrica.
- 2.- Lleva a cabo proyectos demostrativos en empresas altamente consumidoras de energía eléctrica.
- 3.- Realiza estudios de factibilidad técnica-económica en proyectos de cogeneración.
- 4.- Brinda asistencia para la formación de comités de ahorro de energía eléctrica.
- 5.- Financia la compra de equipo de medición.
- 6.- Otorga créditos puente.
- 7.- Desarrollo programas de capacitación teórico-práctica.
- 8.- Realiza estudios sobre dispositivos relacionados con el ahorro de energía eléctrica.
- 9.- Otorga el Sello Fide a equipos y aparatos eléctricos eficientes en el uso de energía eléctrica.
- 10.- Desarrolla y apoya proyectos para inducir la utilización de lámparas y equipos electrodomésticos de alta eficiencia.

Además, realiza diagnósticos energéticos domiciliarios para la micro, pequeña y mediana industria, así como para comercios, servicios y sector doméstico en varias poblaciones de la República, a cambio de una cuota de recuperación.

En programas para mejorar la eficiencia energética de sistemas de alumbrado público y bombeo de agua potable y residual, el FIDE realiza proyectos

demostrativos, orienta y apoya en la obtención de créditos para programas integrales; facilita información sobre proveedores y estimula la interacción con las autoridades.

3.2 MEDIDAS Y RESULTADOS EN EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

En cualquier país, el desarrollo económico y social se encuentra estrechamente relacionado con una buena planeación de la energía. En el caso de sociedades como la mexicana, donde el consumo de energía se incrementa continuamente, vale la pena considerar la importancia de un desarrollo sustentable que satisfaga las necesidades del presente sin necesidad de comprometer los recursos y potenciales de las futuras generaciones para corresponder a sus propias demandas, esto es, manteniendo siempre un principio de equidad.

En este sentido, hasta hace poco se consideraba que el desarrollo y la demanda energética eran factores que normalmente estaban relacionados de manera sistemática, pero hoy en día, además de estos dos últimos, también se toman en cuenta al mismo tiempo, aspectos tecnológicos, económicos, ambientales y sociales que permitan alcanzar un desarrollo sustentable.

Sin lugar a duda, las necesidades más importantes que una sociedad tiene para el uso de luz eléctrica son: la iluminación, el aire acondicionado, los electrodomésticos que han aumentado y diversificado por el alto ritmo de vida y desarrollo de la tecnología; al igual que la línea blanca y los grandes consumos de energía por parte de grandes empresas, esto sin olvidar, claro, el alumbrado público, la energía para las cisternas de agua, etc.

El crecimiento de los usuarios residenciales en nuestro país es muy dinámico. La región más rápida en este sentido, es la ubicada en la frontera con los Estados Unidos. Aquí los usuarios domésticos son el grupo de, más alto crecimiento. En el período comprendido entre 1982-1990, la tasa de crecimiento de los estados fronterizos del norte aumentó 2.7% más que el promedio nacional que es del 7%. Esto significa que su participación se incrementará del 28% al 32% en el mismo lapso de tiempo, convirtiéndola en la región con la fracción más alta de consumo de electricidad a nivel nacional.³⁵

Este rápido crecimiento se explica básicamente por dos causas: la primera es el resultado de la creciente saturación de electrodomésticos, y la segunda es la debido a la industrialización de la región, junto con el hecho de que el clima predominante en el norte de México es caliente y seco. Estos factores hacen que los consumidores domésticos (residenciales) de esa región tengan el mayor consumo unitario promedio (2.5 Mwh/año).

La gran disponibilidad de electrodomésticos de segunda mano en las poblaciones fronterizas, ha hecho que el consumo unitario para uso final sea más alto que el de las viviendas en el lado norteamericano de la frontera. Los electrodomésticos que se desechan en los Estados Unidos, principalmente refrigeradores y equipos de aire acondicionado, llegan a los lugares mexicanos de bajos ingresos y con pocas posibilidades de créditos, donde operan con consumos más altos de

³⁵ FIDE. *El rápido crecimiento del consumo de energía en el norte de México.* México 1993. p. 11

energía que los electrodomésticos nuevos. Adquiridos a bajos precios, estos desechos representan altos costos de operación para el dueño, mayores impactos ambientales y una mayor presión para que la CFE aumente su capacidad, lo que representa también una presión para aumentar sus tarifas.

En un estudio realizado por la CFE en 1990, se muestra que la mayoría de los aparatos tienen malas condiciones térmicas. Permiten una alta insolación debido a los acabados externos de los muros, no cuentan en su mayor parte con árboles ni barras térmicas. En este caso, los equipos de aire acondicionado que son utilizados provienen de demoliciones, también se cree que la mayoría provienen de sustitución por equipos de alta eficiencia, que son el resultado de los programas de ahorro de energía de las compañías eléctricas en Estados Unidos.

La demanda de energía eléctrica para aire acondicionado en estas localidades del norte del país, son muy altas al inicio de las tardes de verano, período que corresponde con las más altas temperaturas registradas durante el día. Dado el costo de los equipos de aire acondicionado y de la energía que utilizan, es principalmente de carácter económico. Por ejemplo: "...en Mexicali, la opción más barata para enfriamiento resulta ser la más ineficiente. Un equipo usado con compresor de gas es 5 veces más barato aún que el enfriamiento por evaporación, pero desafortunadamente se trata de la opción con mayor costo de

operación por unidad de calor removida. El costo de operar un equipo de aire acondicionado usado puede ser más del doble de su precio de compra".³⁶

La CFE ha hecho un plan de conservación de energía creando un fideicomiso en 1991 para apoyo financiero de hasta 1,200 dólares para aislamiento de casas con altos consumos de energía, a pagar en 36 mensualidades sin intereses. Este programa ofrece potenciales de ahorro del 30% y se complementa con una reducción en las tarifas, a cambio de dejar de operar las unidades por períodos de 15 minutos en las tardes.

Atender el problema de la baja eficiencia en unidades de aire acondicionado a corto plazo no resulta simple, ya que no sólo es el equipo, sino también involucra la construcción de las casas. La estrategia de aislamiento que se ha aplicado en Mexicali puede ser insuficiente, ya que no resuelve la baja eficiencia del equipo. Una estrategia exitosa aplicada en los Estados Unidos individualiza el problema de cada casa y aplica medidas correctivas, pero esto requiere de una infraestructura humana calificada y de un seguimiento estrecho del problema.

La política más importante a largo plazo, consiste en el establecimiento de reglamentos de construcción que dictaminan las características que deben tener las nuevas casas y los equipos. Estos estándares buscarían minimizar los tamaños y aumentar la eficiencia de los equipos.

³⁶ FIDE. *El consumo de energía en el Norte de México*. México 1993. p. 36

El principal inconveniente para México, derivado de la importancia de aparatos usados, es el surgimiento de la necesidad de construir y operar de acuerdo con el crecimiento de la demanda, ya que esto se traduce en una presión para elevar las tarifas.

La comparación entre los costos de construcción para elevar la capacidad, contra los costos de las medidas de ahorro de energía por parte del usuario, favorecerá sustancialmente las opciones de eficiencia y efectividad en el manejo de la demanda.

Las soluciones específicas para el norte de México deben encaminarse hacia el mejoramiento de la construcción de viviendas, la sustitución de equipos de baja eficiencia en especial el aire acondicionado y finalmente, al establecimiento de programas de ahorro para electrodomésticos en los hogares de bajos y medianos ingresos.

Un aspecto primordial en la actividad económica y social de México es, sin duda, la iluminación. Mucho se habla del ahorro que se debe tener en cuanto a este aspecto tanto en oficinas, empresas, hogares, etc. También es bien sabido que sin la iluminación prácticamente se paraliza toda actividad; por esta razón comentaré algunos aspectos importantes que se vienen optando para el ahorro de energía.

En Monterrey se está mejorando la calidad de los servicios, lo cual involucra de manera directa la optimización del uso de energía eléctrica en el alumbrado público. Teniendo como antecedente los proyectos que se llevaron a cabo por parte del FIDE en diferentes Municipios como Sabinas Hidalgo, San Nicolás de los Garza y Salinas Victoria, el Municipio de Monterrey obtuvo un financiamiento de N\$ 6,191,000 para atender el proyecto. Cabe mencionar que en tan sólo ocho meses, el Municipio alcanzó un ahorro del 30%, con la instalación de equipos ahorradores para disminuir el consumo de energía en las primeras horas de la mañana, evitando así el pago de N\$ 600, 000 mensuales a partir del mes de octubre de 1993 .³⁷ Sin embargo, Monterrey no eroga prácticamente cantidad alguna de sus arcas municipales por energía del pago del crédito, pues el Programa de Ahorro de Energía Eléctrica es autofinanciable en un 89%.

El plan estratégico para Monterrey con la finalidad de batir el consumo de energía eléctrica y reducir su facturación por concepto de alumbrado eléctrico, se incluyeron las siguientes tres acciones prioritarias:

- 1) Se colocaron medidores en aquellos servicios donde se paga cuota fija; en base al número de lámparas y a la capacidad en watts de las mismas.
- 2) Se sustituyeron lámparas de vapor de mercurio por lámparas de sodio.

³⁷ FIDE. Monterrey moderniza sus sistemas de alumbrado público. México 1994. p. 43

3) Se implementó un Programa Piloto que contempla la colocación de un sistema electrónico de ahorro de energía eléctrica, el cual disminuye el consumo de energía eléctrica al bajar el grado de luminosidad en horas de la noche donde el tránsito vehicular es menor.

Además de estos tres puntos principales, el Programa incluyó la renovación total de la red subterráneas y el cableado interno de 7, 000 luminarias para reducir el inconveniente de líneas aterrizadas y arbotantes energizados. También se llevó a cabo la sustitución de 15, 000 focos viejos por nuevos y, en algunos casos, se cambiaron por otros de menor potencia, así como la adquisición de 500 fotoceldas para corregir consumos excesivos de energía provocados por mal funcionamiento de las mismas.³⁸

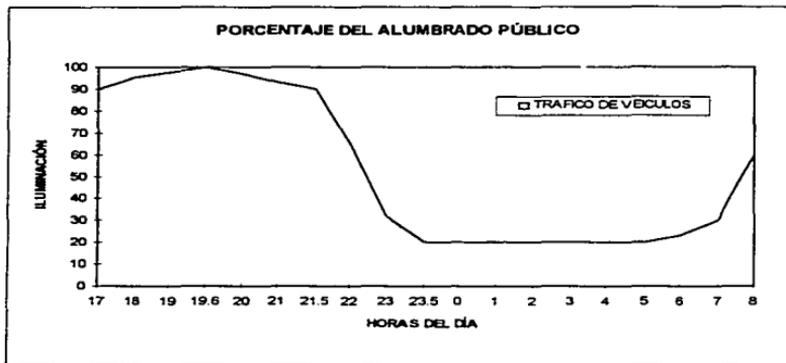
Por otra parte, sumado a estas acciones para el ahorro de energía en el alumbrado público, el FIDE ha instalado igualmente novedosos dispositivos a aparatos ahorradores de energía capaces de reducir el nivel de iluminación del sitio en donde se localiza, de acuerdo con la iluminación del tráfico vehicular.

En instalaciones de alumbrado público y de áreas exteriores, se han tenido desarrollos en lámparas y luminarias, con los que se han logrado abatir sustancialmente el consumo de energía eléctrica, manteniendo niveles apropiados de iluminación. No obstante, el problema ya no radica aquí, sino en la

³⁸ *Ibidem*, p. 18

variación de iluminación en horas donde el tránsito vehicular ya es menor con el objeto de ahorrar energía. Es decir, generalmente se mantiene la misma intensidad de alumbrado sin tomar en cuenta que el nivel de tráfico en las áreas de calles y avenidas iluminadas, suele disminuir significativamente después de las horas de salida de los trabajos.

FIGURA 1



FUENTE: FIDE. Energía Racional. El control de iluminación para el alumbrado público. México Junio 1993.

Lo anterior representa una oportunidad de ahorro, ya que al adecuar el alumbrado al estrictamente necesario durante las horas de poca intensidad, y facilita una reducción considerable en el gasto de energía.

Actualmente se dispone en el mercado, de algunos economizadores de energía, recomendables para las instalaciones de alumbrado, con los que se pueden obtener ahorros hasta de un 30% en el consumo de energía eléctrica y amortizables en un lapso de tiempo no mayor de 24 meses. Estos aparatos están diseñados con componentes electrónicos que permiten que las lámparas enciendan y se mantengan en condiciones normales de operación durante un tiempo establecido, pasando automáticamente a un período de ahorro de energía. Su aplicación está indicada en lámparas de descarga de alta intensidad como las de vapor de mercurio, auditivos metálicos, los llamados de vapor de alta tensión; un economizador por iluminaria o por grupo tanto en equipos nuevos, como en iluminarios con lámparas y balastos envejecidos.

Además de los economizadores de dos ciclos (normal y ahorro), el mercado también dispone de economizadores de hasta ocho etapas de reducción programada. En algunos casos, la programación de éstos dispositivos ya vienen de fábrica, y en otros se dispone de un reloj para programación en campo.

De igual modo empresas y las grandes tiendas departamentales están colaborando en cuestión de ahorro de energía, pues no es sólo por México sino también por ellos, en el ahorro de su pago de luz.

Como ejemplo, las grandes y prestigiosas tiendas departamentales en la Ciudad de México, así como sus sucursales en diferentes puntos del país, tienen la característica particular de "vender con luz", cada artículo y cada detalle decorativo de los almacenes, es un punto susceptible de ser acentuado con rayos luminosos y así llamar la atención de sus visitantes.

En éstas tiendas es muy importante el "rendimiento del color" el cual se refiere a la luz de una lámpara determinada que puede ser fría, cálida, blanca, etc. Esto se hace con el objeto de que los artículos en exhibición siempre serán resaltados en sus colores originales, sobre todo las mercancías de tonos cálidos como los cosméticos y algunos vestidos.

La cuestión de la "temperatura del color" indica que, para una tienda de calidad y prestigio, debe predominar un ambiente cálido y confortable, que invite al cliente a relajarse y pasar más tiempo de compras sin preocupaciones de la hora.

En lo que respecta al término del "modelado", éstas tiendas dan mucha atención a realzar las formas, texturas y volumen de un objeto y esto sólo es posible gracias a la existencia de rayos luminosos concentrados. Por lo tanto, para lograr la conjunción de estas características, se debe hacer uso de fuentes luminosas con el mayor índice de rendimiento de color (como la luz del sol), con la apariencia cálida y el haz de luminoso concentrado.

Por lo tanto, las lámparas que en rendimiento de color se asemejen más a las de tipo incandescente serán la más adecuadas, pero procurando mejorar su eficiencia. En este caso se han utilizado lámparas de descarga de alta intensidad que además de ofrecer calidad de luz, tienen una gran eficiencia y se les conoce como lámparas de sodio blanco.

Como se aprecia, los aspectos que más cuidan estas grandes tiendas departamentales en cuestión de ahorro de energía, es el cambio de lámparas por unas más eficientes que dan la misma luz o más por un menor consumo de energía (watts). De ahora en adelante se procurará eliminar paulatinamente la totalidad de alumbrado que además de ser eficiente, debe de tener la característica de nitidez tal que la mercancía no distorsione su color natural.

Otro aspecto que se debe de cuidar es el de instalar un sistema de control automático, tanto en el alumbrado como en el aire acondicionado, mediante programas de encendido-apagado de acuerdo con horarios preestablecidos, y la instalación de sensores de temperatura, con el propósito de tener siempre el confort que debe prevalecer en los almacenes, de manera que no perjudique su buena operación.

De ésta manera, las tiendas departamentales, al cambiar sus lámparas de iluminación y poner en marcha un nuevo sistema de aire acondicionado, se

cumplirá el objetivo que persigue, el ahorro de energía. De igual modo, estas técnicas de iluminación se pueden utilizar en oficinas, escuelas y en todos los lugares donde la buena calidad de iluminación sean esenciales para el adecuado funcionamiento de los establecimientos y sus trabajadores.

La importancia de los sistemas de iluminación en comercios y servicios, almacenes departamentales, edificios de oficinas, escuelas, hospitales, es determinante para el ahorro de energía desde el punto de vista técnico y económico teniendo sólo *acciones correctivas de iluminación*. Estas acciones radican en instalar, lámparas que iluminen más pero que consuman pocos watts. En el mercado existen novedosas lámparas con balastro (caja protectora) con mejor y mayor reflectancia, porque ahora vienen con un acabado de espejo que da una mejor uniformidad a la luz.

Es necesario, en gran parte, que se cambie en oficinas el tono de color de las paredes y muros por unos más claros que permitan una amplia reflexión de la luz. En cuestión de lámparas, se están usando, aparte de los balastos, unas novedosas fluorescentes compactas y decorativas que incluso ya son usadas en muchos hogares, pues ofrecen una iluminación alta y nítida por un bajo consumo de watts. Por ejemplo, si se quiere una iluminación que dé una lámpara normal de 75 w., con estas nuevas lámparas, se da la iluminación de 75 w., consumiendo sólo de 15 a 30 w. Si se observa a razón de 20 a 30 o mucho más, en promedio

por casa-habitación, se tiene que un mayor ahorro de luz y sobre todo, se pagaría menos.

Este ejemplo, muestra el resultado que se persigue en todos los lugares ya planteados anteriormente. En muchas empresas y algunos otros lugares, se han estado instalando una novedosa tecnología de vanguardia para el ahorro de energía; se trata de unos "sensores de presencia". Estos aparatos hacen que las lámparas se activen con la presencia de un individuo y se desactiven cuando no esté nadie presente. Debido al alto costo de los sensores, en la mayoría de los casos el uso de "temporizadores" ha sido más aceptado para el control de la iluminación. Sin embargo, hay algunos obstáculos que limitan su instalación. Por ejemplo, no es recomendable en lugares poco concurridos; en estos casos vale la pena o son más flexibles los sensores.

Tal vez alguna limitante que se presente ante esta acción de ahorro de energía es el alto costo de los equipos nuevos de tecnología de punta. De ahí la importancia de hacer un estudio minucioso de las necesidades de ahorro en el consumo de energía, pues cada actividad económica requiere de diferentes cantidades de energía. Es muy probable que en, cualesquiera de los casos, el tomar medidas correctivas de ahorro de energía será un buen principio para un gran ahorro económico en el pago de luz.

La energía eléctrica se ha vuelto indispensable para todos los quehaceres de la vida cotidiana, como se ha estado tratando. Es una gran ayuda, ya que hace nuestro trabajo más cómodo y rápido, la energía debe usarse en forma racional, lo cual significa usarla con inteligencia para que nos rinda el máximo beneficio en nuestras actividades como en nuestro pago por el servicio. El uso racional, y por lo tanto eficiente, implica forzosamente evitar desperdicios de un recurso valioso y necesario.

Hoy en día se ha dado una importancia excepcional a la disminución en el consumo de la energía, principalmente por considerar tres aspectos que son decisivos para implantar nuevas medidas para su ahorro:

- 1) La electricidad es una forma de energía cuya fuente primaria son los hidrocarburos, tales como el petróleo y el gas natural, que no son renovables y tal vez se agoten antes de lo previsto por los especialistas,
- 2) Con el fin de satisfacer una demanda creciente a una tasa 3 a 4 veces superior a la de los países industrializados, la CFE está fuertemente presionada para cumplir con su cometido y está obligada a realizar inversiones cuantiosas para construir centrales eléctricas, ampliar los sistemas de transmisión y mejorar la distribución de energía, y
- 3) Al generar electricidad se quema gran cantidad de combustibles emanando contaminantes atmosféricos afectando al medio ambiente; y en cuestión de la construcción de nuevas hidroeléctricas, se afecta el equilibrio ecológico.

De esta suerte, la mayor parte del país que utiliza el huso horario de 90 °, se desplazaría al huso horario de 75 ° (-5 horas del Meridiano de Greenwich). Los estados de Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit que normalmente tenían el huso horario 105 °, pararán al de 90 ° (-6 horas del Meridiano de Greenwich) y Baja California continuará desplazando su horario del Meridiano 120 ° al 105 ° como actualmente lo practica (-7 horas del Meridiano de Greenwich).⁴⁰

Los beneficios que se obtendrán ante esta nueva medida de ahorro de energía son en primer plano:

- 1) Un mejor aprovechamiento de la luz natural.
- 2) Una hora más de sol y luz natural por las tardes de primavera, verano y parte del otoño, siete meses del año, para realizar más actividades sociales y productivas.
- 3) Ahorro en la energía eléctrica del orden de 1,100 Gwh/año, equivalente a 1 % de consumo anual de electricidad en el país. En generación bruta significa un ahorro de 1,300 Gwh/año. Esta reducción supera el consumo anual del estado de Aguascalientes, Colima o Tlaxcala, es similar al consumo de Zacatecas y representa el 10 % de lo que consume el Distrito Federal.

⁴⁰ Academia Mexicana de Ingeniería, CFE y FIDE, "Cambio de Horario, algunas aplicaciones". Mesa redonda (memorias). México, febrero de 1996. p. 70

4) Reducción de combustibles asociados a la generación de energía eléctrica, equivalentes a 2 millones de barriles de petróleo al año.

5) Reducción de la emisión de contaminantes en las zonas de generación de energía.

En el primer año del establecimiento de esta nueva medida se permitió reducir la demanda máxima instantánea de energía eléctrica, o demanda en la hora pico, en más de 500 Mw. Con ello el país reduce en aproximadamente 4 000 millones de pesos los requerimientos de inversión en nuevas instalaciones de energía eléctrica en los primeros cuatro años. Con esta nueva medida, la reducción anual en el consumo nacional de electricidad ha sido del orden del 0.7%, cifra que se considera sumamente importante, pues equivale al ahorro obtenido por todos los programas que se han instrumentado.⁴¹

Se ha tratado las medidas que se están teniendo en cuestión de ahorro y uso eficiente de la energía, en las empresas, oficinas, alumbrado público y el nuevo horario de verano; estas medidas y políticas no sirven de nada o tienen un efecto poco satisfactorio por una causa principal: *la concientización*. Si la sociedad no está consciente de lo importante y necesario que es el ahorro y el buen uso de la electricidad, todas las medidas preventivas que lleve a cabo el gobierno y que nos

⁴¹ CFE. Conexión Memorias del LIX aniversario de la Comisión Federal de Electricidad. México 1996. p. 15

exorte a llevarlas a cabo, como políticas economizadoras de energía en todo el ámbito productivo y de servicios, no serán exitosas si realmente no se está consciente de que es por beneficio propio y por un futuro mejor de los recursos de México.

Es ahí donde radica la importancia de la concientización, pues debe formarse dentro de los hogares, si se mantiene y optimiza el buen funcionamiento se está empezando por un buen inicio, el ahorro en pago de luz:

- 1) El sustituir focos incandescentes por unos focos fluorescentes compactos, proporcionan el mismo nivel de iluminación, duran más y consumen 4 veces menos energía eléctrica. Al principio se hará un gasto mayor, pero se ahorrará mucho más.**
- 2) Desconectar los aparatos eléctricos que no estén en funcionamiento, sus reguladores de voltaje, así como apagar las luces cuando no se estén utilizando.**
- 3) Si por razones estéticas se tienen candiles o iluminación ornamental, y no es posible poner focos fluorescentes, es recomendable la instalación de atenuadores de nivel de iluminación.**
- 4) Los techos y paredes deben mantenerse limpios y pintados de colores claros para tener una mejor iluminación de día y de noche una mejor distribución con luz artificial.**

5) Aislar techos y muros expuestos al sol es esencial para mantener una temperatura confortable en casa, sin tener la necesidad de conectar ventiladores o aire acondicionado.

6) Sellar puertas y ventanas así como poner accesorios para que no penetre directamente la luz del sol.

Con estas sencillas y necesarias adecuaciones en hogares se pueden obtener ahorros en el consumo de energía eléctrica, teniendo en mente lo importante que es y procurando llevarlo a la práctica dentro de lugares de trabajo, se garantiza una ayuda a México.

CAPÍTULO 4

ESTUDIOS Y ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS

4.1 IMPORTANCIA DE LA REALIZACIÓN DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA.

Para la Comisión Federal de Electricidad, el estudiar proyectos para la generación de energía es básico, no solo como un apoyo para resolver los problemas tecnológicos presentes en los procesos e instalaciones con que brinda el servicio eléctrico, sino también como un instrumento para generar una visión estratégica que contribuya a enfrentar retos futuros del sector.

En este contexto, los proyectos de demostración o exploración tecnológica que se realiza desempeñan un papel fundamental en la búsqueda de las mejores tecnologías. A su vez, los proyectos de demostración constituyen un medio para anticiparse a los problemas, y actuar antes de que se vuelvan inminentes o urgentes, creando consciencia de los mismos dentro y fuera de la CFE.

Estos proyectos de exploración son la única manera de que haya disponibilidad de información debidamente ordenada y procesada para poder tomar decisiones en su momento; "...los proyectos de demostración resultan de la mayor importancia estratégica para atender los problemas futuros del sector eléctrico."⁴²

⁴² Instituto de Investigaciones Eléctricas. *Proyectos de Demostración*. México 1994. p. 50

Sin la realización de este tipo de proyectos se acortaría la visión, es decir, se abordarían entonces exclusivamente problemas inmediatos y, en consecuencia, algunas veces se tomarían decisiones sin la posibilidad de una reflexión más juiciosa. Lo anterior significa mayores riesgos de equivocación que si se hubiere tenido la oportunidad de reflexionar sobre estas cuestiones, y de reunir toda la información relevante en el momento más oportuno; además, son mayores los beneficios que se corren al abordar los proyectos que los riesgos, porque hay más opciones tecnológicas cuanto más anticipadamente se plantea el problema dado. Pero el haber tenido la oportunidad de considerarlas explícitamente y de comparar sus pros y contras, sus beneficios y sus costos, es siempre un ejercicio que además de posibilitar decisiones más apropiadas, enriquece a la organización y al sector.

La Comisión Federal de Electricidad solventa los gastos o costos de los proyectos de exploración o de demostración que lleva a cabo el Instituto de Investigaciones Eléctricas, única entidad que realiza este tipo de estudios, de modo que todo lo relacionado con problemas presentes, identificados y en vías de solución sea motivo de contratos específicos entre el instituto y las áreas respectivas. Lo anterior es esencial porque el instituto, más que la propia CFE, tiene la obligación de trabajar en lo que se va a materializar en un horizonte de tiempo más largo. Esa es justamente la razón de ser de un instituto de investigación como el IIE, pues su función es precisamente observar el futuro, identificar los problemas y

opciones para su solución, y luego de ello; aplicar esos hallazgos para resolver problemas de más corto plazo.

Para lograr el éxito de estos proyectos de exploración es fundamental la participación del sector privado y de todas aquellas empresas ajenas a la CFE, pues son realmente hacia ellas a quienes van encaminadas todas estas medidas de planeación para mejorar el servicio eléctrico. Es evidente que la iniciativa privada debe hacer aportaciones importantes en este campo, pues nuestro modelo económico requiere una mayor participación en la solución de los problemas del país.

Considero importante mencionar de manera general algunos proyectos de demostración o exploración, como ejemplo para dar una idea en lo que consisten. Se presenta de esta manera, pues para tratarlos a fondo, requeriría de conocimientos o teorías que no atañen a la materia.

La CFE junto con el IIE desarrollan proyectos de demostración encaminados a probar en forma piloto la factibilidad y el beneficio de implantar nuevas tecnologías que apoyen la solución de problemas complejos en las áreas de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, así como sus efectos en el medio ambiente, considerando las necesidades actuales y futuras

del sector, para que sea posible la incorporación de nuevos elementos que respondan a requerimientos de largo plazo.

En estos proyectos se tiene un gran contenido de innovación pues, se involucran tecnologías, metodologías y aplicaciones nuevas en México y en el extranjero. A continuación se presenta un panorama general de dichos proyectos.

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS Y EQUIPOS PARA REDUCIR EMISIONES
DE CENTRALES TERMOELÉCTRICAS.

Para cumplir con los nuevos y cada vez más estrictos lineamientos en materia ambiental, la CFE está impulsando estudios para analizar las posibles alternativas de readecuación de sus centrales termoeléctricas y disminuir la emisión de óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO₂) y partículas. Por este motivo, el proyecto de demostración está encaminado a identificar las tecnologías de combustión y tratamiento de gases más factibles y acordes con las características físicas, parámetros de operación y entorno de la central termoeléctrica Manzanillo, una de las más grandes y modernas del país.

Como producto final del proyecto, se espera establecer un marco de referencia para tomar decisiones pertinentes a la instalación o modificación de equipos que redunden en una reducción de emisiones de los compuestos mencionados. Así

mismo, el estudio servirá de precedente para el establecimiento de una estrategia global de planeación que contemple a otras centrales termoeléctricas del país.

GASIFICACIÓN DEL CARBÓN Y COMBUSTÓLEO PARA LA GENERACIÓN ELÉCTRICA.

El principal objetivo de este proyecto es estudiar el proceso de gasificación para utilizar el carbón y el combustóleo en turbinas de gas de un ciclo combinado. "La gasificación es un proceso tecnológico mediante el cual, a partir de combustible sólido o líquido, se produce un gas de síntesis que se puede emplear en turbinas de combustión interna"⁴³ ... Antes de ello el gas de síntesis se somete a un tratamiento en el que se eliminan compuestos contaminantes, y se satura para evitar la formación de óxidos de nitrógeno en la cámara de combustión de la turbina"⁴⁴

La base de datos incluirá los atributos eléctricos correspondientes a los elementos de la red de distribución de una ciudad piloto. Se manejará con productos de programación para realizar las funciones de interfases (con el usuario, con el equipo y con otros sistemas de información); comunicaciones, necesidades de rendimiento, restricciones de diseño, seguridad y operación (creación, respaldos y recuperaciones).

⁴³ Instituto de Investigaciones Eléctricas. *Proyectos de Demostración*. México 1995. Varios boletines. Enero-Febrero, Marzo-Abril. p. 45

⁴⁴ *Ibidem*, boletín septiembre-octubre, noviembre-diciembre. México 1994, p. 51

El sistema prototipo para la automatización de la red de distribución proporcionará a los operadores los mecanismos de información para operarla en tiempo real.

Una vez definido los alcances y la funcionalidad, tanto de la base de datos como del prototipo de automatización, se procederá a especificar las características del equipo o Hardware, para continuar con la adquisición del equipo, su instalación en campo y su puesta en operación. El proyecto culminará con el seguimiento en campo de la operación del prototipo de automatización, con la integración de esta función a la base de datos global conjuntamente con la herramientas de operación para tiempo real y con la evaluación de los beneficios económicos asociados a dicha tecnología.

AUTOMATIZACIÓN DE SUBESTACIONES

El crecimiento del Sistema Eléctrico Nacional ha traído consigo un incremento, tanto en la líneas de distribución, como en subestaciones eléctricas de potencia, por lo que se ha hecho necesario realizar trabajos de investigación y desarrollo que permitan elevar los niveles de confiabilidad de las subestaciones eléctricas, facilitar los trabajos de operación y mantenimiento, y disminuir los tiempos de interrupción del servicio.

El instituto lleva a cabo un proyecto donde se persigue aprovechar los avances que en los últimos años ha tenido la aplicación de equipos de control

programable, microprocesadores y sistemas digitales en los sistemas eléctricos de potencia.

La finalidad de ello es desarrollar criterios, procedimientos y bases técnicas para el diseño de subestaciones automatizadas que permitan obtener como producto final las especificaciones del equipo de potencia, la arquitectura del sistema, el Software y el Hardware necesarios para la construcción de este tipo de subestaciones, así como para la operación y la realización de pruebas.

En la actualidad, la Comisión Federal de Electricidad tiene contemplada dentro de sus programas de modernización y actualización, la incorporación de subestaciones automatizadas al Sistema Eléctrico Nacional, lo cual significaría que el país esté al mismo nivel que algunos países desarrollados, e inclusive, a la vanguardia de Latinoamérica en este aspecto.

En el proyecto que inició en enero de 1993 y que se espera concluir a más tardar para 1997, ya se han alcanzado los siguientes resultados: 1) Definición de funciones adicionales que pueden obtenerse al utilizar equipos computarizados, 2) Análisis comparativos de ventajas y desventajas de los sistemas integrados de supervisión y control respecto a los esquemas convencionales, 3) Selección de la alternativa de arquitectura del sistema más conveniente para ser aplicado a las subestaciones de la CFE.

FACTIBILIDAD DE UTILIZAR VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE DEL DISTRITO FEDERAL.

El estudio del proyecto espera integrar un análisis del estado del avance mundial en vehículos eléctricos (VE) y vehículos eléctricos híbridos (VEH), y un estudio de los requerimientos de transporte de la Ciudad de México que permitan analizar la factibilidad de utilizar algunos de los VE o VEH disponibles o de pronta comercialización. Así mismo se pretende presentar un plan con posibles acciones a corto plazo para utilizar estos vehículos, y los beneficios esperados en cuanto a reducción de niveles de contaminación en la Ciudad de México y ahorro energético.

El interés de este proyecto radica en el hecho de que se considera a los VE o VEH como alternativas para reducir el consumo de gasolina, y en consecuencia, las emisiones contaminantes asociadas. Se ha identificado como primer objetivo el estudio de la sustitución de vehículos en el sistema de transporte público y de carga, que en número cercano a las 200,000 unidades son responsables del 50% del total de emisiones contaminantes causadas por fuentes móviles, según reporta la Comisión Metropolitana para la Prevención y control de la Contaminación Ambiental en el Valle de México. El proyecto tiene como objetivos principales:

- Analizar el panorama completo de los VE y VEH a escala mundial.

- Establecer los requerimientos particulares de transporte impuestos por las condiciones de la Ciudad de México, especialmente para el transporte público de pasajeros y el reparto urbano.
- Evaluar diferentes opciones de solución a los problemas de contaminación y energéticos a corto y mediano plazos, a partir de unidades de pronta disponibilidad.
- Definir el papel que le toca desempeñar al Sector Eléctrico en relación con la infraestructura eléctrica asociada a la operación de los VE, tales como son los patrones de recarga de baterías, normalización, sistemas de distribución, venta, facturación, seguridad y servicio.

Para caracterizar rutas y medir el desempeño de los VE en la zona Metropolitana del Valle de México, se realizará un programa de pruebas en campo, utilizando para ello un VE proporcionado por el Electric Power Research Institute (EPRI) de Estados Unidos como parte de un convenio de colaboración.

Para ello, en combinación con el DDF, se evaluarán las rutas y se establecerá un circuito en donde se analizará el desempeño del VE en condiciones reales de uso, ya sea como transporte de pasajeros o de carga.

4.2 ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS.

El ahorro y uso eficiente de la energía es, en los momentos actuales, asunto de sobrevivencia, pues en la optimización que se logre dependerá que las generaciones futuras cuenten con los energéticos necesarios. En el capítulo anterior se trató este aspecto del uso racional de la energía a nivel consumo, es decir, el ahorro que nosotros le demos y al uso que se le da; la manera de ayudar nosotros en casa, oficina, empresa, etc.

Pues bien, debido a la abundancia que todavía hoy se observa en fuentes energéticas, sobre todo petróleo y carbón, fácilmente se olvida que estos dos últimos son recursos naturales NO RENOVABLES y sólo su uso racional prolongará al máximo su existencia. Por esta razón es muy importante hablar de cómo la Comisión Federal de Electricidad también tiene el grande problema de ahorrar energéticos y buscar otras oportunidades para producir y abastecer las necesidades de energía eléctrica.

La CFE considera el ahorro como uno de sus puntos prioritarios, y para ello, ha emprendido una serie de acciones destinadas a mejorar la productividad en toda la economía, ampliar el horizonte energético, y ante todo, liberar recursos para procurar su uso más eficiente en función de las necesidades del país.

"Si el ahorro es la orientación estratégica que produce más importantes resultados a corto plazo, la diversificación es la ruta hacia la transición energética ordenada en el mediano y largo plazos".⁴⁵

La diversificación actúa en el margen, es decir, sobre los incrementos de capacidad, pero sus efectos aunque lentos, se traducirán no solo en un ahorro considerable de hidrocarburos, sino en un aumento de la flexibilidad tecnológica de la planta productiva y en la reducción de la vulnerabilidad que significa depender de una sola fuente de energía primaria. Esto significa que el esfuerzo que hace la CFE se centra en reducir la participación relativa de las termoeléctricas convencionales e impulsar las hidroeléctricas, geotérmicas y sobre todo la nueva y poderosa central nuclear de Laguna Verde, que producen electricidad por medio del movimiento de agua en el caso de hidroeléctrica, el vapor generado por grandes depósitos o bóvedas magmáticas en el caso de la geotermia, y en la fusión de dos elementos comunes en la tierra con increíble duración, el Uranio y el Plutonio para la nucleoelectrica.

Es muy reconfortable saber hoy en día, sobre el fortalecimiento de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico que se tienen como apoyo a la diversificación, poniendo especial énfasis en fuentes no convencionales, sobre todo de energía solar, en la cual el país tiene buenas posibilidades.

⁴⁵ FIDE. Programa de ahorro de energía del Sector Eléctrico. Folleto descriptivo, México, agosto de 1990.

Como parte de las tareas de diversificación de fuentes para la generación de energía, se ha promovido el aprovechamiento del calor de proceso mediante la autogeneración en diversas ramas industriales. Por su potencial en este sentido, se pone más énfasis en las industrias petroleras, petroquímica, siderúrgica, del azúcar, química, del papel, y en general, en las industrias de proceso.

Las principales fuentes de energía del país son, y seguirán siendo por mucho tiempo, los hidrocarburos; por lo tanto, el cambio requerido será sobre un cierto margen de acción y no una transformación radical. No obstante, existe la necesidad de que el país reduzca su alta dependencia de los hidrocarburos, que como ya mencioné, aún cuando se dispone de cuantiosas reservas, a largo plazo esta dependencia agotaría innecesaria y prematuramente el recurso, y además le impondría a nuestra economía rigideces indeseables. En la medida en que se avance en la diversificación, el sector energético alcanzará un desarrollo más equilibrado, y tecnológicamente más moderno.

Un aspecto central en la transición energética ordenada, es la conceptualización de la rama eléctrica como vórtice del proceso, lo que implica, por una parte, que a medida que el tiempo pase deberá ir cobrando mayor importancia relativa la rama eléctrica con respecto a la petrolera y, por otra, la mayor utilización de fuentes primarias para la generación eléctrica, distintas a los hidrocarburos.

No obstante, el aprovechamiento de las diferentes opciones por fuente de energía, deberá tomar en cuenta los potenciales de reservas, los tiempos de maduración de los proyectos de desarrollo y sus características, y los impactos ambientales de cada tipo de fuente; asimismo, el crecimiento de la demanda, precios de los distintos energéticos y los costos de inversión, operación y mantenimiento.

"En este proceso no necesariamente se tiene que ser totalmente autosuficiente en el suministro de las fuentes de energía, pues en un momento dado puede ser conveniente la importación de algunos recursos, teniendo en cuenta el costo de oportunidad que conlleva a la conservación de los hidrocarburos y sus mejores usos como materia prima en productos de un mayor valor agregado. Un caso concreto lo constituye el combustóleo."⁴⁶

Con base en tales consideraciones y los escenarios de expansión de capacidad eléctrica, en la medida en que se continúen los esfuerzos de diversificación, se podrían contar con una estructura con la capacidad a mediano plazo que se observa en el siguiente cuadro.

⁴⁶ SEMIP. Programa Nacional de Modernización Energética. México 1990, p. 76

CUADRO 11
CAPACIDAD INSTALADA (MW)

	1988	1994
HIDROELÉCTRICA	7, 749	8, 839
NUCLEOELÉCTRICA	-	1, 350
GEOTÉRMICAS	700	820
CARBOELÉCTRICAS	1, 200	2, 600
DUALES 1/	-	2, 100
HIDROCARBUROS	14, 305	17, 906
DIESEL	89	154
CICLO COMBINADO	1, 624	1, 852
COMBUSTÓLEO	10, 800	14, 058
TOTAL	23, 954	33, 615

1/ A operar 100% con carbón importado

Fuente: Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal. Programa Nacional de Modernización Energética 1990-1994.

De estos totales, se observa que la participación de los hidrocarburos se redujo, tanto en la capacidad como en la generación; como muestra el siguiente cuadro:

CUADRO 12

PARTICIPACIÓN % DE LOS HIDROCARBUROS	1988	1994
EN LA CAPACIDAD INSTALADA	60	53
EN LA GENERACIÓN	67	59

FUENTE: SEMIP, *ibidem*.

A largo plazo, hacia el año 2010, los escenarios planteados suponen un aprovechamiento cabal de fuentes alternas, conforme a los criterios mencionados

previamente. Así, se espera que los medios hidroeléctricos se desarrollen al máximo, al igual que el carbón nacional; estas fuentes se reforzarían con la geotermia, la nuclear y el carbón importado para plantas duales. Adicionalmente, se identifican posibilidades para el desarrollo de sistemas de cogeneración y de fuentes no convencionales. Sobre esta base, en el cuadro 13 se presentan las previsiones de capacidad instalada al año 2010; las diferencias en el total de la capacidad se asocian en las trayectorias de la demanda, en tanto que las correspondientes a estructura reflejan mayor o menor esfuerzo de diversificación:

CUADRO 13
CAPACIDAD INSTALADA AL 2010 (GW)

HIDROELÉCTRICAS	15.4	17.2
NUCLEOELÉCTRICAS	3.0	6.9
GEOTÉRMICAS	2.4	2.4
CARBOELÉCTRICAS	6.0	6.0
DUALES 1/	13.0	20.2
OTROS 2/	0.9	1.2
HIDROCARBUROS	30.3	27.5
DIESEL	0.2	0.2
CICLO COMBINADO	1.9	1.9
TURBOGAS	3.9	3.9
COMBUSTÓLEO	24.3	21.5
TOTAL	71.0	81.4

NOTAS: 1/ A operar 100 % con carbón importado
2/ Incluye cogeneración y fuentes no convencionales
FUENTE: SEMIP, íbidem.

El cuadro anterior indica que las hidroeléctricas, en este lapso de tiempo, se desarrollarán al máximo y el carbón nacional lo hará hasta su límite; en la geotermia, la perspectiva presenta un potencial relativamente importante, si bien estará dominada por el desarrollo de proyectos que tienen muy buenas oportunidades.

El desarrollo de estas fuentes se ve completado con la energía nuclear y con el carbón importado. Una alternativa real para contribuir a la diversificación y así reducir requerimientos, tanto de combustóleo como de carbón importado, es la nuclear.

Al tratar este tema se impone el temor infundado, de que una de estas centrales pueda estallar como una bomba atómica como en el caso de la planta nuclear rusa Chernobyl, la cual hace poco más de diez años causó la muerte a cientos de personas, y que actualmente, cientos de familias padecen los efectos de las radiaciones y sus hijos tienen malformaciones que van de las sutiles a las más severas. En más de 100 kilómetros a la redonda de dicha planta, toda vida ha muerto y pasarán unos 50 años para que la radiación desaparezca y pueda haber nuevamente vida.

La Comisión Federal de Electricidad ha dado varios comunicados en el Municipio de Alto Lucero, en la costa veracruzana, desde comienzos de la construcción de la nucleoelectrónica. Se dice que para que ocurra una explosión atómica, el

artefacto explosivo requiere de material fusionable como el Uranio 235 o Plutonio 239, cuya pureza sea superior al 95% y, además, que se unan rápidamente por medio de explosivos convencionales.

Ninguna de estas condiciones se cumple en el caso de los reactores nucleares, cuyo combustible apenas contiene 3% de material fusionable, en forma de pequeñas pastillas cerámicas. La reacción que provoca una explosión atómica es incontrolable, mientras que en el caso de los reactores nucleares dicha reacción está continuamente bajo estricto control.

La seguridad de la planta nucleoelectrica es extrema, pues se encuentra perfectamente ubicada, ya que el sitio seleccionado es de baja sismicidad y no hay cerca ninguna falla geológica activa. Además, se estudió el comportamiento de los vientos durante huracanes o tornados y los posibles efectos de tsunamis (olas gigantes que se forman en los maremotos).

En cuanto a seguridad, en Laguna Verde se cuenta con ocho sistemas de emergencia y se afirma que prácticamente no hay riesgos. No puede ocurrir ninguna explosión de una central nuclear, y ante la posibilidad de un escape al ambiente de sustancias radiactivas, existen cuatro barreras de contención. Además, la industria nuclear tiene reglas establecidas, un proyecto de esta naturaleza requiere de una licencia para su operación y personal capacitado para

que, de esta forma, se autorice su operación, incluyendo numerosos y concienzudos trabajos de investigación sobre impactos ambientales, entre otros. Lo importante es plantear que para México existe una alternativa para el esfuerzo de diversificación, que técnica y económicamente es viable y rentable.

En esta opción, ya se puso en marcha la unidad 2 de Laguna Verde con una capacidad de 675 Mw., (la primera fue puesta en funcionamiento a mediados de 1995), posteriormente, a mayor plazo y una vez demostrado el funcionamiento seguro y adecuado de esta central, llevar adelante un programa bien definido de centrales estandarizadas, que permitan reducir costos, ... "aprovechar los cuadros de recursos humanos y apoyar a la industria nacional, desde la ingeniería hasta los componentes. Con base a estos criterios, adicionalmente a Laguna Verde, se plantea incorporar para el año 2010, entre 1.6 GW y 5.5 GW. La definición del programa nucleoelectrico de largo plazo debe darse en los próximos años."⁴⁷

Con todo lo anterior, en cuanto a las perspectivas en la generación de energía eléctrica se puede considerar que, de no optarse por el desarrollo de más capacidad nucleoelectrica, la alternativa resultante es una alta generación a base de carbón importado en plantas duales. El carbón es el recurso energético convencional más abundante en la Tierra, sin embargo, es una mercancía muy especial porque sólo es posible adquirirla mediante contratos de precios

⁴⁷ C.F.E. Del Fuego a la Energía Nuclear. México 1990. p. 60

variables, a menos que alguna empresa nacional sea propietaria de minas en los países poseedores.

México está en una posición bastante débil para adquirir minas carboníferas en el exterior, debido a la situación financiera y a los efectos de reciprocidad en otros países de su legislación minera, que prohíbe la propiedad extranjera de minas mexicanas.

El petróleo es la base de la industrialización y del progreso nacional, no solo porque se encuentra en cantidades considerables dentro del territorio, sino porque México es una nación donde no abunda el carbón de piedra, y son escasos los grandes yacimientos. El carbón de piedra de uso industrial se explota primordialmente en la cuenca de Sabinas-Esperanzas-Cloete-Agujita-Nueva Rosita-Palau (estado de Coahuila). En esa zona se ha encontrado bastante carbón bituminoso que es de muy alta calidad, por lo que su utilidad es muy grande para la siderurgia nacional. El problema consiste en la lejanía con respecto a la región central del país y de los yacimientos de mineral de hierro que se exploten en lo futuro.

Por otra parte a partir de 1982 trabaja en Nava Coahuila la primera gran planta termoeléctrica a base de mineral no coquizable. La explotación de dicho producto, para coque, es clave en el proceso de industrialización, sin embargo, se poseen

pocas reservas de este mineral. "Para 1986, se produjeron 5.7 millones de toneladas de carbón de todo tipo en el país, lo que significa un aumento de casi 24% comparado con el año de 1984".⁴⁸ Por lo tanto, basar el desarrollo eléctrico en hidrocarburos es claramente inconveniente por las limitaciones en la producción nacional de gas y combustóleo. Basado en carbón importado es técnicamente posible pero muy arriesgado por su alto costo.

De esta manera queda la alternativa nuclear, si hoy en día la generación nucleoelectrica es económicamente competitiva con la generación a base de carbón, en el futuro será claramente más barata por los problemas ambientales de la quema de carbón y la incertidumbre en sus precios y disponibilidades.

Con base a las consideraciones anteriores y en los objetivos y estrategias que señala el Programa Nacional de Energéticos 1994, con respecto a la necesidad de diversificar el aprovechamiento de las fuentes de energía, de lograr un ahorro en la utilización de recursos no renovables, así como de usar eficientemente la capacidad instalada para la producción de electricidad, queda claro que la vía más adecuada para un país como el nuestro es desarrollar al máximo ritmo posible nuestros recursos hidroeléctricos, geotérmicos y carboeléctricos, y cubrir el grueso de las necesidades restantes con un programa mixto de centrales duales, que puedan quemar indistintamente combustóleo y carbón importado, y de nucleoelectricas.

⁴⁸ Bassols B. Ángel. *Geografía Económica de México*. México 1991. p. 80

De esta manera, se limitaría al mínimo la generación con termoelectricas convencionales, para cubrir las necesidades marginales restantes mediante la explotación racional de nuestras reservas de hidrocarburos.

Ello le confiere a la Central de Laguna Verde una excepcional importancia, ya que los resultados que arroje su operación y la experiencia que se obtenga de ella, contribuirán a delinear el futuro programa nucleoelectrico pues, de cualquier manera, tarde o temprano se tiene que entrar a esta nueva era.

En la actualidad, los estudios que se realizan en una gran variedad de disciplinas, tales como la detección de anomalías térmicas sobre la superficie terrestre, estudios climáticos, evaluación de recursos naturales y estudios de impacto ambiental; utilizan como sus mejores herramientas las técnicas de procesamiento digital de imágenes.

El procesamiento digital de imágenes reúne técnicas de vanguardia que van desde la planeación de los programas de exploración espacial y el desarrollo de senderos para la captación de imágenes, hasta el diseño de sistemas computacionales con amplia capacidad gráfica, existiendo una gran interdependencia entre ellas.

La capacidad de resolución espectral, espacial y temporal de los sensores instalados en los satélites como los Landsat y Spot, proveen de abundantes datos sobre la conformación física, química, geológica y biótica de la superficie terrestre. Esta información, analizada en el contexto de desarrollos de centrales de potencia, aporta conocimiento de tópicos como: evaluación de cuencas hidrológicas de centrales hidroeléctricas, características geológicas y estructurales de sitios para la construcción de centrales de potencia y disposición de residuos de las mismas, ejecución de programas de protección ambiental, así como la evaluación de recursos energéticos, entre éstos, geotermia, carbón e hidrocarburos.

De esta manera, en el ámbito del sector eléctrico las mejores aplicaciones son: para estudios de reconocimiento, prefactibilidad de proyectos que tengan componentes regionales: localización y construcción de centrales hidroeléctricas, de combustión, geotermoeléctricas y nucleares.

Para las Centrales Hidroeléctricas, se hace una caracterización geológica y estructural de sitios mediante la elaboración de mapas temáticos. En este caso se utilizan algoritmos para la combinación de las bandas 3, 5 y 7 del mapeador temático, así como la generación de filtros direccionales para la detección de fallas sobre el terreno.

Por otra parte, desde el punto de vista de evaluación de la cuenca hidrológica incidente, es de fundamental importancia conocer los componentes del terreno que afectan al ciclo hidrológico de una región, especialmente el tipo y estado de la cobertura vegetal, los tipos de suelos y las características de fracturamiento de la superficie en donde se localizará el embalse. Para todos estos casos existen herramientas computacionales probadas.

En el caso de las Centrales Termoeléctricas, se busca la caracterización de las propiedades físicas del terreno a escalas regional y de semidetalle (o a escala más chica). Esto es, se obtiene información de mapas geológicos, de fracturamiento superficial, de cobertura vegetal, estado actual de las aguas superficiales (ríos, lagos, lagunas, etc); dirección de dispersión de descargas de ríos en litorales, temperatura e la superficie terrestre, entre otros. Estos datos aportan información sobre todo a estudios de localización de sitios para centrales de combustión, de ingeniería preliminar y de evaluación regional de impacto ambiental.

Igualmente se obtiene información para el seguimiento de actividad antropogénica regional, evolución documentada de vías de comunicación, crecimiento urbano, etc, lo cual es útil en prácticamente todas las etapas de proyectos eléctricos en general.

En las Centrales Geotermoeléctricas, la evaluación de áreas regionales potenciales detectadas por flujo de calor es posible mediante el procesamiento de imágenes en las bandas de infrarrojo térmico y la evaluación de inercia térmica. Ya sobre el yacimiento, los sitios de perforación a partir de la ubicación de fallas y fracturamientos (permeabilidad secundaria) son reconocidos y seleccionados mediante filtrado direccional e iluminación artificial en imágenes espectrales y modelo de evaluación del terreno.

La elaboración de mapas de cobertura de suelo (litología, suelos, vegetación, aguas) a escalas de semidetalle, regional y continental, es uno de los mayores aportes de los sensores remotos. Partiendo del hecho de que cada material sobre la superficie terrestre emite y absorbe radiaciones electromagnéticas, se dice que cada sustancia tiene su "propia firma espectral" . Puesto que los satélites como el Landsat registran la intensidad de la radiación en siete bandas espectrales para cada punto observado, se obtienen mapas sobre la composición de los materiales de la superficie terrestre con una gran resolución.

En el campo de la vulcanología los sensores remotos se utilizan para la elaboración de cartas geovulcanológicas, incluyendo el vulcanismo actual, monitoreo de temperaturas superficiales, análisis geomorfológico, detección de anomalías y alteraciones superficiales, etc. Mediante clasificaciones multiespectrales se definen con mayor detalle la distribución de flujos de lava, flujos de piroclastos, avalanchas y material de caída libre. Toda esta información

conduce hacia el planteamiento de modelos de evolución vulcanológica de una región, imprescindible para la detección de campos geotérmicos.

Por otra parte, en el ámbito de sismología, mediante percepción remota es posible obtener modelos detallados de la geología estructural que indiquen los sitios para la ubicación de sismógrafos en el monitoreo de la sismicidad de una región. Las aplicaciones colaterales en esta información son la obtención de mapas regionales de esfuerzos, mapas de riesgos geológicos (sismos, avalanchas, etc), así como su contribución al desarrollo de modelos tectónicos.

Las técnicas enunciadas en párrafos anteriores tienen aplicación en las Centrales Nucleares para el desarrollo de proyectos nucleoelectrónicos, desde estudios para su localización en sitios geológicamente seguros, hasta la caracterización de sitios para el confinamiento de residuos radiactivos.

Para el caso de evaluación de zonas costeras, lugar donde comúnmente se ubican las centrales nucleoelectrónicas y termoeléctricas, el monitoreo mediante sensores remotos obtiene información de temas como dirección de corrientes litorales, contenidos sedimentológicos de descargas de ríos, comportamiento de las variables del clima (en conjunción con imágenes de satélites meteorológicos como el NOAA), y cuantificación de descargas de calor en aguas. Esto último es

muy importante para estudios de impacto ambiental y detección de accidentes nucleares.

Mediante el análisis de una serie de imágenes de satélite de fechas distintas es posible evaluar los cambios producidos por la operación de centrales de potencia en el medio ambiente. De esta manera se estima el impacto de los materiales de desechos de las plantas (cenizas, aguas residuales, etc) sobre su entorno inmediato. Igualmente se pueden identificar y clasificar los procesos que afectan a la flora, deforestación y erosión acelerada que puedan estar relacionados con la generación de energía.

Gracias a estos estudios con nueva tecnología, se ha confirmado que México posee una amplia variedad de recursos energéticos. Los hidrocarburos son los que predominan y no hay duda que el país tiene grandes reservas de este tipo de energéticos. A la fecha, las reservas probadas de hidrocarburos totales se ubican en 67.6 mil millones de barriles, de los cuales 46.2 mil millones de barriles se refieren a petróleo crudo, 14.6 mil millones de barriles equivalentes a gas y 6.8 miles de millones a condensados. El coeficiente de reservas/producción se mantiene superior a los 50 años.⁴⁹

En hidroelectricidad, el potencial aprovechable asciende a 80 Twh anuales, del cual ya están en operación 27 Twh (34%), en más de 70 centrales, seis de las

⁴⁹ Concheiro A. y Rodríguez L. Alternativas Energéticas. México 1985. p. 113

cuales aportan el 61% de la energía hidroeléctrica; otros 7.6 Twh más están en proceso de construcción o bien ya incorporados en los programas de expansión de la rama eléctrica para los próximos diez años.³⁰

La viabilidad de los desarrollos hidroeléctricos depende de la disponibilidad de recursos financieros, humanos y físicos, además de la factibilidad técnica y económica de cada proyecto. Al potencial señalado se puede agregar otro de cierta importancia, sobre todo en términos locales, para la instalación de plantas microhidráulicas en zonas alejadas de la red eléctrica. Para cumplir lo anterior, el sector eléctrico a largo plazo está dando participación a la inversión privada en el proceso de generación. No obstante, la CFE conserva la planeación, operación y control del sistema.

En geotermia, con los estudios geológicos, geofísicos y geoquímicos más recientes, y con la tecnología vigente, se prevé que las reservas de este recurso permitan la instalación de una capacidad del orden de los "1,700 Mw (700 Mw ya están en operación) y a mayor plazo, hasta 2,400 Mw."³¹

En cuanto a carbón térmico, la geología del país y las exploraciones efectuadas confirman un potencial limitado, con reservas probadas del orden de 600 millones de toneladas y otras 140 millones de probabilidad. "Su aprovechamiento permitirá

³⁰ *Ibidem*, 124 p.

³¹ SEMIP, Programa Nacional de Modernización Energética 1990-1994. México 1990, p. 43

alcanzar una capacidad instalada de 4,700 Mw (hay 1,200 en operación y 700 Mw más en construcción). Además existen posibilidades de utilizar carbón coquizable para generación eléctrica, con lo cual se pueden alcanzar una capacidad instalada del orden de 6,500 MW.⁵¹

En uranio, las reservas probadas ascienden a 10,600 toneladas que garantizan el abastecimiento a lo largo de la vida útil de Laguna Verde y queda un excedente de por lo menos el 30%. El potencial de uranio del país aún resulta incierto, en tanto que la exploración ha quedado muy limitada, tal vez porque todo está a la expectativa de la funcionalidad de la primera nucleoelectrónica.⁵²

Por lo demás, el país cuenta con potenciales importantes para aprovechar fuentes no convencionales de energía, como la solar, la eólica y la biomasa (Ver mapa 9). Con las tecnologías vigentes, su utilización está dada más en términos de proyectos localizados que para la generación masiva de energía. En la medida en que aumente el precio del petróleo y se desarrollen las tecnologías apropiadas, dichas fuentes serán rentables.

Como resultado de investigaciones y de las necesidades de la demanda del servicio eléctrico, se han realizado y se ha continuado diversas obras que benefician a regiones sin electrificar. Como ejemplo de estos proyectos y sus

⁵¹ *Ibidem*, 58 p.

⁵² CFE. *Del Fuego a la Energía Nuclear*. México 1990. p. 58

beneficios, a continuación se presenta los principales para estar terminados a más tardar para 1997. (Ver mapa 3, cap. 1)

La Central Hidroeléctrica de Agua Prieta U-1 y 2 es una fuente alterna que sustituye el consumo de hidrocarburos en la generación de energía eléctrica, la cual abastecerá a los consumidores industriales y domésticos de Jalisco y centro del país.

La Central Geotérmica experimental los Azufres, de ciclo combinado U-11 y 12, tiene como propósito aprovechar el potencial geotérmico existente en las zonas de Los Azufres, como fuente alterna que sustituye el consumo de hidrocarburos en la generación de energía eléctrica en Michoacán.

La Central Geotérmica Boca de Pozo Los Humeros U-3 y 4, va a contribuir al ahorro de recursos no renovables, abasteciendo de energía a los consumidores industriales, agropecuarios y domésticos de Veracruz y Puebla.

La Central Geotérmica Boca de Pozo Los Azufres U-10, permitirá abrir nuevos polos de desarrollo tanto industriales como agropecuarios, así como contribuir al ahorro de recursos no renovables ocupando para ello fuentes primarias de energía.

La Central Geotérmica Boca de Pozo Los Humeros U-5, 6 y 7 en Michoacán, pretende satisfacer las demandas de los consumidores industriales, agropecuarios y domésticos de la zona ocupando fuentes primarias de energía.

La Central Carbonífera Felipe Carrillo Puerto (Valladolid) U-3, busca abastecer de energía eléctrica la Península de Yucatán, además de contribuir al desarrollo turístico de la zona comercial y hotelera de Cancún.

La Central Termoeléctrica Presidente Juárez (Rosarito II) U-2, aquí se pretende abastecer de energía al nuevo desarrollo industrial de Tijuana además de la captación de divisas por la venta de energía que se exporta a los Estados Unidos.

La Central Termoeléctrica Felipe Carrillo Puerto (Valladolid) U-1 y 2, suministrará energía eléctrica a los estados de Yucatán y Quintana Roo, auspiciando el desarrollo de los centros turísticos de Cancún-Tulum.

La Central Termoeléctrica Carbón II U-1 y 2, proporcionará el desarrollo de una de las zonas de mayor dinámica económica en el país, la región noreste, y satisfecerá la demanda de la energía con la posibilidad de venta a los Estados Unidos.

La Central Termoeléctrica Petatalco U-1, 2 y 3, permitirá satisfacer la demanda de energía eléctrica en el puerto industrial de Lázaro Cárdenas, de los estados de Guerrero, Michoacán y de la zona del Bajío.

La Central Hidroeléctrica de Aguamilpa U-1, 2 y 3 se localiza en la porción central del estado de Nayarit. Ya cuenta con una capacidad instalada de 960 MW, tres unidades de 320 MW cada una y tendrá una generación media anual de 2,131 Gwh, capaces de sustituir el consumo de 3.4 millones de barriles anuales de combustóleo.

La Central Hidroeléctrica de Zimapán U-1 y 2 se localiza en los municipios de Zimapán, Hidalgo y Cadereyta, Querétaro y forma parte de los planes de desarrollo hidroeléctrico del río Moctezuma, ya cuenta con una capacidad instalada de 280 MW, mediante dos unidades de 140 MW cada una y tiene una generación media anual de 1,292 Gwh, que corresponde al consumo de 2.1 millones de barriles de combustóleo.

La Central Carboeléctrica Carbón II U-3 y 4. Esta central se encuentra a 33 kms. de Piedras Negras, en el municipio de Nava, Coahuila, colindando con la central carboeléctrica ya existente Río Escondido. En su segunda etapa consta de dos unidades de 350 MW cada una en ciclo Rankine a base de combustión de carbón mineral no coquizable.

La Central Dual Termoeléctrica Petatalco U-4, se localiza a unos 3 kilómetros de la margen derecha del río Balsas en el municipio de la Unión, Guerrero y, en su segunda etapa consta de dos unidades 3 y 4 de 350 MW cada una en ciclo Rankine a base de combustión de combustóleo o carbón mineral no coquizable.

La Central Termoeléctrica U-5 y 6, es la tercera etapa del conjunto dual Petatalco, sus dos unidades se construyeron en el mismo sitio de las dos primeras etapas en el municipio de la Unión, Guerrero, con una capacidad de 350 MW cada una en ciclo Rankine a base de la combustión de combustóleo o carbón no coquizable.

FUENTE: COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD. INFORME DE LABORES 1992-1993. MÉXICO 1994.

CFE. INFORME DE LABORES 1994-1995. PROYECTOS. MÉXICO 1994.

Como se puede observar, la calidad de energéticos y los servicios, normalización de equipos y sustitución de importaciones de bienes de capital, ahorro y uso eficiente de energía, diversificación de fuentes y aprovechamiento de las no convencionales (ver mapa 9), tienen la máxima prioridad. En el mismo sentido, los institutos apoyan las acciones dirigidas a la protección ambiental.

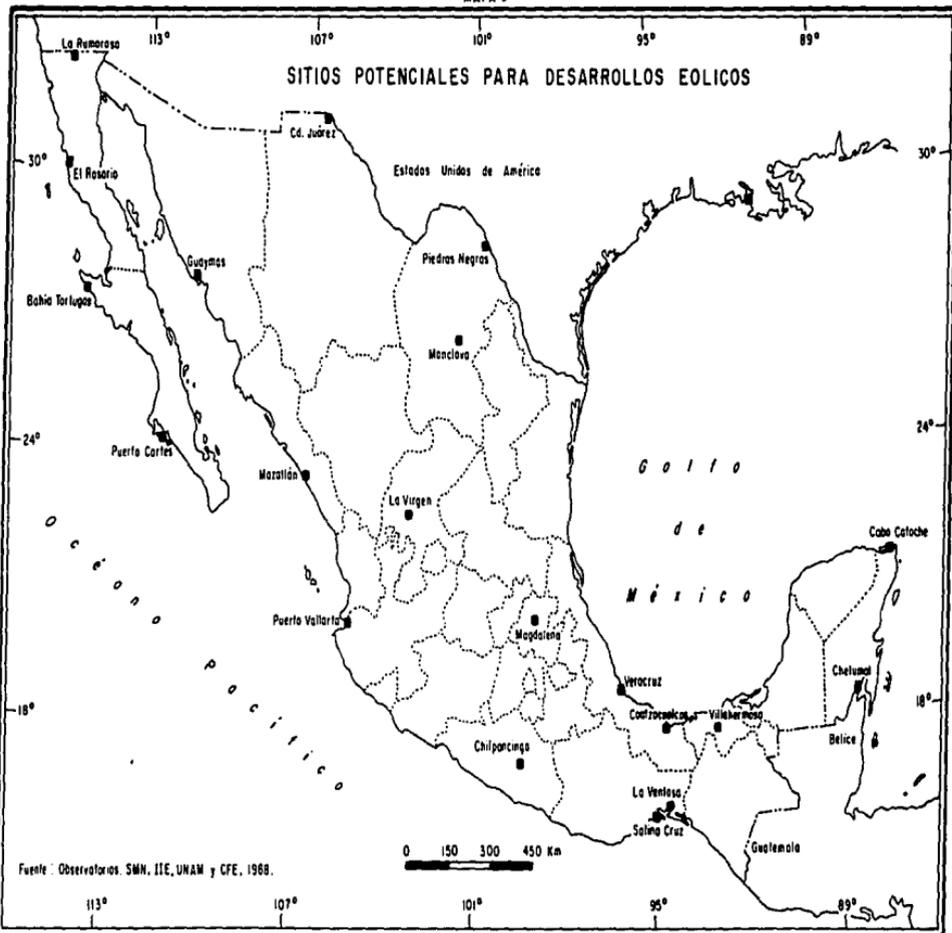
En el mapa 9 se localizan algunos lugares donde se llevan a cabo estudios para desarrollos eólicos, la mayoría de ellos están sobre muy cercanas a las costas que por efecto de las diferencias de presiones que existen entre el mar y la tierra (sistemas de altas y bajas presiones), se producen los vientos de mar y tierra también conocidos como brisa marina y brisa de tierra durante el día y la noche

respectivamente. En el caso de los sitios potenciales que se encuentran en el interior del país son producto de los vientos que se producen por la diferencia de presiones entre las montañas y los valles y viceversa, a dichos vientos se les denominan vientos anabáticos (producidos durante el día) y los vientos Katabáticos (producidos por la noche).

Continuar con el mejoramiento de la infraestructura, la capacitación de recursos humanos, el aprovechamiento de tecnologías existentes y el desarrollo de la capacidad de la ingeniería y demostración, que permita orientar la demanda tecnológica hacia el sector eléctrico, la sustitución de importaciones y la modernización de proyectos, son actividades y procedimientos esenciales para el desarrollo de nuevas fuentes de generación.

Es de vital importancia que los institutos de investigación tanto el Instituto Mexicano del Petróleo como el de Investigaciones Eléctricas sigan en exploración para mejorar la capacidad de interpretación de la información recabada en campo sobre la existencia de yacimientos de petróleo. En la explotación se debe continuar trabajando en lo relativo a la caracterización de las condiciones tanto físicas como químicas de los mantos en desarrollo, para elevar la extracción de las reservas ya identificadas.

SITIOS POTENCIALES PARA DESARROLLOS EOLICOS



Por otra parte se debe continuar trabajando en la investigación de mejores métodos para la transmisión y distribución de la energía, buscando elevar su eficiencia. De igual manera, se debe continuar trabajando en el mejoramiento en el diseño en los sistemas de generación para hacer más eficiente la operación de las plantas y elevar el aprovechamiento energético de los hidrocarburos, cuidando siempre de disminuir la emisión de contaminantes a la atmósfera y a corrientes de agua.

Como se mencionó, se debe continuar con los trabajos encaminados al desarrollo integral de combustibles nucleares. Impulsar todo lo que implica la creación de una central nuclear, desde su diseño y construcción, hasta su operación, es indispensable para buen futuro del sector eléctrico y de los consumidores.

CONCLUSIONES

El aumento de la potencia instalada y la producción de la energía eléctrica, desde sus inicios hasta nuestros días, es uno de los índices que muestran el progreso económico que ha tenido México. El incremento constante de la densidad de población que trae consigo un alto crecimiento de las ciudades, un acelerado crecimiento en la construcción de edificios, casa-habitación y el creciente ritmo de consumo de energía por parte de empresas industriales, como el paulatino mejoramiento del nivel de vida de diversos sectores de la población, han provocado irremediablemente un crecimiento y desarrollo del sector eléctrico para satisfacer la creciente demanda.

Se ha demostrado el alto y rápido desarrollo que ha tenido la Comisión Federal de Electricidad y de los constantes esfuerzos y estudios que se realizan para una mejor distribución, uso y conservación de la energía. Sin embargo, el problema de la CFE radica en no abastecer de energía al 100% de la población de la República Mexicana; problema bastante grande, pues cada vez las comunidades, entre una y otra, están más retiradas y situadas en lugares que por su orografía, su acceso es complicado y costoso.

La República Mexicana posee un relieve muy variado, llegando a ser impenetrable en sus inmensas sierras. Sin embargo se ha observado que

hay pueblos asentados en lugares que incluso su acceso es difícil, por consiguiente son lugares donde simplemente para abastecerse de agua hay que acarrearla desde grandes distancias. De esta suerte, el electrificar a estas comunidades se necesita más que capital, vías y transporte para llegar a esos recónditos parajes. Por lo tanto, se ha implementado el desarrollo de fuentes no convencionales, como la solar y la eólica para bastecer de energía eléctrica a estas poblaciones .

Otro aspecto interesante de comentar es que la red eléctrica está mal distribuida en el territorio porque se acumula mucha energía en el centro del país, el Estado de México, Nuevo León y Tamaulipas que constituyen un poco más de la mitad de la energía nacional, dejando al resto del territorio con la otra mitad. Es claro, que se concentra más energía en estos lugares del país por los corredores industriales que se poseen y la gran cantidad de habitantes y actividades económicas que se llevan a cabo.

Sin embargo, México se caracteriza por disponer de una base de recursos energéticos relativamente amplia que lo habilita para sostener altos ritmos de crecimiento económico. El abastecimiento interno de energía se encuentra asegurado para el futuro mediano.

Con lo expuesto en el trabajo, se llega a a la conclusión de que el alto ritmo de electrificación que se ha mantido es resultado de una necesidad creciente del alto ritmo del crecimiento económico que ha tenido México.

Para este análisis se presentan dos mapas : el de densidad de población y el de la distribución de las actividades económicas.

Con el Porfiriato se comenzó a explotar el petróleo y las industrias refinadoras a merced de inversionistas extranjeros, pero indudablemente uno de los factores más significativos en la integración de las zonas económicas del país ha sido el efecto de la expropiación petrolera. Por un lado se tienen los grandes centros industriales de ciudad Pemex, Reynosa, Salamanca y Poza Rica. Así también los gasoductos refuerzan la potencialidad económica de Monterrey, el área Metropolitana de la ciudad de México y, en menor medida Guadalajara, Orizaba, Torreón Puebla y las poblaciones del Bajío (como se indica en el mapa 3 del capítulo 1). Este combustible es muy importante en la formación de regiones, complementándose con la disponibilidad de energía hidráulica, conducida también a las zonas urbanas e industriales del centro, aún desde sitios muy lejanos como El Temazcal (norte de Oaxaca), El Infiernillo (Michoacán-Guerrero) y Malpaso en Chiapas.

Las obras gigantescas de centrales hidroeléctricas han tenido cierta influencia local al promover la creación de poblados y vías de comunicación, y contribuye a integrar las regiones; pero su interés resulta menor por lo que respecta al desarrollo de la industrial regional. Dos fenómenos socioeconómicos han sido causa principal de esto: 1) la desigualdad en el desarrollo de las regiones mexicanas y 2) la política de concentración económica en pocas regiones (ver mapa 10)

La población se sigue centrando en la faja central del país, y a la par que en ella, sigue creciendo la industrialización del Centro-Sur, de ciertas partes del Oriente, Guadalajara, León y Puebla. Los límites de esa porción más densamente poblada corren de Aguascalientes a San Luis Potosí-Tlaxcala-Puebla central-Morelos-centro de Michoacán y la capital de Jalisco.

Por esto no es raro que las zonas Centro-Occidente y Centro-sur se repartan entre sí la mayor densidad. Por otro lado, la escasa población relativa es patente en el Norte, Noreste y buena parte del Noroeste y del Pacífico sur y casi todo Yucatán. En el Sur y en el Sureste, se especializan algunas regiones y se concentra ahí la población (centro de Colima, Istmo de Oaxaca y valle central de Chiapas), o bien en aisladas ciudades como

Acapulco, Tapachula y Manzanillo. Al sur de la Cordillera Neovolcánica, no existen suficientes polos de crecimiento, como en el Centro y en el Norte.

Todos los aspectos de las actividades económicas muestran una gran desigualdad en el desarrollo y procesos de concentración. En tanto que una zona el monopolio de la producción agrícola moderna, de la capacidad instalada para la generación de energía eléctrica, de la producción industrial o de la ganadería, otras zonas languidecen por su falta de progreso, a pesar que su población pueda ser importante o su superficie sea mayor.

En el mapa 11 se muestra la distribución de actividades económicas, el Centro-Este, el Centro-Occidente y el Norte son las que acaparan la mayor parte en generación de energía; lo mismo sucede con la producción de la industria moderna, y aunque en la agrícola se advierte mayor nivelación, sobresalen el Noroeste y el Centro-Occidente. En todos los aspectos, se ve la pobreza del Sur y Yucatán, pues aunque el Norte es poco relevante, su pequeña población permite que tenga valor significativo su producción agrícola y la ganadería de exportación.

Otro índice que se observa es el mayor desarrollo económico general del Centro-Este, del Norte y del Noroeste, es el que corresponde a la actividad comercial, pues en la primera de dichas zonas se genera más del 50% del

valor de esta rama. También la rama de servicios es mayor la concentración el Centro-Sur.

Por otra parte la escalada de precios de la energía basada en los hidrocarburos, ha estimulado el interés de desarrollar varias fuentes de energía no convencionales.

La función futura de la energía hidroeléctrica constantemente se evalúa conforme se elevan los precios de los energéticos, porque ésta no crea los problemas de contaminación que generan las plantas eléctricas de vapor que queman combustibles y debido también a que no requiere del consumo de los energéticos fósiles.

La producción y el consumo de energía eléctrica están dominados por dos caracteres específicos: la imposibilidad de almacenaje de la energía eléctrica, que debe ser producida en el mismo momento en que se produce la demanda, y el rápido aumento del precio de la energía proporcionada, a prorrato de la distancia a recorrer entre la central productora y la comunidad consumidora.

El transporte de la energía eléctrica sigue siendo el factor técnico esencial de la localización de los centros de producción eléctrica, y particularmente de la hidroelectricidad. Por lo tanto se trata de hallar el equilibrio entre capacidad de producción e industrias consumidoras instaladas en un radio de transporte rentable. Sin embargo los estudios van dirigidos hacia la utilización de un potencial en gran parte movilizado, combinando atentamente las disponibilidades de las "horas vacías" con las necesidades de las "horas pico".

La distribución espacial de las plantas hidroeléctricas está relacionada con los costos de la producción de la energía y de la transmisión de ella hacia el mercado. Los costos de la producción son la función de dos factores ambientales: la topografía y la hidrología.

Una región con una precipitación pluvial alta y con una topografía montañosa tiene una ventaja ambiental para la producción hidroléctrica. Sin embargo, un sitio con características naturales superiores puede ser de muy poco valor económico si se encuentra muy alejado del mercado. Es por ello que en el mapa 3 (capítulo 1) se observa que las grandes hidroeléctricas se encuentran en el Centro-Sur y Sureste del país .

En lo concerniente a la electrificación rural, los consumos energéticos del sector agrícola, corresponden a la producción de la agricultura bajo riego y que utiliza tractores, segadoras y trilladoras. Ahora bien, el riego y la mecanización son componentes que se encuentran sobre todo en el sector más tecnificado de la agricultura, pero están prácticamente ausentes en la mayor parte de la economía campesina. Por lo tanto, el desplazamiento de la energía humana y animal por la electricidad y los combustibles a través de la introducción de la maquinaria agrícola y de los sistemas de riego, escapa de las posibilidades económicas del sector de subsistencia y, en muchos casos, encuentra restricciones de orden técnico dadas las características orográficas de zonas donde se ubican las parcelas.

En cuanto al uso racional de la energía, el Gobierno de la República ha emprendido numerosos programas de ahorro con el objetivo de concientizar al usuario a usar racionalmente la energía, ya que el tener en mente la amgnitud del problema y la forma en que se puede subsanar estos errores, será la clave para que cualquier programa de ahorro de energía funcione.

Se ha mencionado las medidas en que se puede ayudar hacer dentro de sus posibilidades para el ahorro de energía son muy benéficas. Por ejemplo, en el caso de las viviendas del norte del país, se puede decir que las

soluciones específicas radican principalmente en el mejoramiento de la construcción de viviendas, la sustitución de equipos de baja eficiencia en especial el aire acondicionado y, finalmente, al establecimiento de programas objetivos de ahorro para electrodomésticos en los hogares de bajos y medianos ingresos.

Una de las características de los países desarrollados es la gran importancia que se le da a la conservación de los recursos naturales, el cuidar el medio ambiente y el hacer buen uso de todos éstos recursos. El programa de "Horario de Verano", que si bien se implantó por intereses políticos, resulta ser una buena medida de ahorro de energía que ya lo vienen practicando desde hace tiempo muchos países, y en el caso de México, los primeros resultados se ven alentadores para continuar con ésta nuevo programa de ahorro.

De cualquier manera, todas las nuevas medidas que tengan como objeto el ahorro y el uso racional de energía son bienvenidas, pues antes de aprobarse se tienen antecedentes de los beneficios que se pueden obtener, y se obtienen más pros que contras. Tal son los casos de los proyectos de demostración o exploración que sirven para tener alternativas en cuanto a la generación, distribución y uso de la energía eléctrica.

Los estudios de las alternativas de la diversificación de fuentes de energía y sobre todo las no convencionales, se tiene información de la importancia a nivel mundial de la energía solar, la energía eólica y la biomasa, las cuales, todo parece indicar que crecerán en el futuro y si bien, dichas fuentes podrían ser esenciales como opciones de largo plazo. El determinar cuándo y cuánto se aprovecharán es una tarea de difícil ejecución si se pretenden predicciones con un nivel razonable de confianza. Por ello, sin duda serían muy provechosos los estudios que desarrollasen herramientas apropiadas para responder a éstas preguntas y que se adecuen al caso de México modelos energéticos que incluyan a estas fuentes entre las opciones posibles.

La utilidad de la Geografía para estudios social-económicos.

En México, la gran variedad de condiciones físicas, demográficas y económicas que ofrece el territorio integrado además por diferentes dimensiones de regiones y áreas, hacen indispensable un riguroso estudio de cada una de ellas para entender en todo su contexto al país.

La geografía no puede ser excluida de ningún estudio de carácter regional, pues su parte de análisis es esencial para ese proceso. Ello no significa

que los geógrafos tengan que hacer todo el trabajo, es importante también la colaboración de otros campos de acción para su completa integración.

Es vital dentro de la geografía económica el concepto de una economía espacial. La distribución espacial de la población, la concentración de actividades económicas en una región determinada, el cómo explicar las grandes diferencias en la ubicación de la producción de petróleo o del carbón y cómo pueden los precios crecientes de la energía influenciar en la economía de México o de cualquier otro país, son algunas interrogantes que tienen en principio una respuesta de tipo geográfico.

MAPA 10

MÉXICO: DENSIDAD DE POBLACIÓN, 1990

Estados Unidos de América

Golfo de México

Océano Pacífico

Densidad de población

□	Muy baja
▤	Baja
▥	Media
▧	Alta
■	Muy Alta



Fuente: CONAPO (1994), La Población de los Municipios de México 1950-1990.

MAPA 11

MÉXICO: DISTRIBUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS, 1990

Estados Unidos de América

Golfo de México

Océano Pacífico



Fuente: NEGI, XI Censo General de Población y Vivienda 1990.

BIBLIOGRAFÍA

Academia Mexicana de Ingeniería, CFE y FIDE. **Cambio de Horario. Algunas aplicaciones.** Mesa redonda (memorias). México 1996, febrero 70 p.p.

Aguñaga Rodolfo Alfonso. **Electrificación rural. Análisis histórico y técnico comparativo.** Comisión Federal de Electricidad. México 1969, 70 p.p.

A. Alonso Concheiro y Luis Rodríguez V. **Alternativas energéticas.** CFE. México 1985. 583 p.p.

Bartra Armando. **El panorama agrario en los 70.** Investigación Económica, Vol 38 Núm. 150, oct-dic. de 1970. Editorial Macehual, México 1970.

Bassols B., Ángel. **Geografía Económica de México.** Editorial Trillas. México 1991, 431 p.p.

Blanc. A y A. Nieva. **Proyecto piloto de sustitución de alumbrado incandescente por fluorescente en la Comisión Federal de Electricidad.** Memorias del XI Seminario Nacional sobre el uso racional de la energía. México 1990. 138 p.p.

Bravo y Vera, Gonzalo. **El petróleo como elemento de negociación de los países subdesarrollados: su proyección a otras materias primas.** Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. México 1977. 230 p.p.

Butler H. Joseph. **Geografía Económica.** Editorial Limusa. México 1986. 443 p.p

Comisión Federal de Electricidad. **Evolución del Sector Eléctrico Mexicano.** México 1977. 113 p.p.

Comisión Federal de Electricidad. **Informe anual 1988.** 110 p.p.

Comisión Federal de Electricidad. **Informe anual 1990.** 118 p.p.

Comisión Federal de Electricidad. **Informe de Labores 1993-1994.** México 1993. 137 p.p.

Comisión Federal de Electricidad. **Del fuego a la Energía Nuclear.** México 1990. 60 p.p.

Comisión Federal de Electricidad. **50 aniversario de la Energía en México.** México 146 p.p.

Comisión Federal de Electricidad. **Programa Nacional de Solidaridad. Resumen 1993-1994.** México 1994. 163 p.p.

CONAE. **Consideraciones generales para el programa de ahorro de energía del sector transporte.** México 1991. 146 p.p.

Diario Oficial de la Federación. **Programa Nacional de Energéticos 1984-1988.** México 1984, 15 de agosto.

Diario Oficial de la Federación. **Programa Nacional de Modernización Energética.** México 1990, 7 de mayo.

Diario Oficial de la Federación. Programa "Horario de Verano en México". México 1996, 4 de enero.

FIDE. Energía Racional. Monterrey moderniza sus sistemas de alumbrado público. México 1994. 65 p.p.

FIDE. Consejos para ahorrar energía eléctrica en el hogar. Varios folletos descriptivos e informativos. México 1995.

FIDE y CFE. Horario de Verano. Mejor uso de la luz del día. Varios folletos descriptivos. México 1996.

Hernández Laos Enrique. La productividad y el desarrollo industrial en México. Fondo de Cultura Económica. México 1985. 237 p.p.

Instituto de Investigaciones Eléctricas. Proyectos de demostración. México 1994. 111 p.p.

INEGI. El Sector Eléctrico en México. México 1987. 171 p.p.

INEGI. El Sector Eléctrico Mexicano. México 1991. 120 p.p.

Merla R. Gerardo. La región noreste de México. Fondo de Cultura Económica. México 1987. 156 p.p.

Naciones Unidas. Estudios sobre electricidad en América Latina. Vol II Nueva York 1964.

Pierre George. Geografía Económica. Editorial Ariel, España 1984. 362 p.p.

Sánchez Burgos Guadalupe. **La región fundamental de economía campesina.** CIDER Nueva Imágen. México 1980. 141 p.p.

Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, Comisión de Energéticos. **Programa de energía. Metas a 1990 y proyecciones al año 2000.** México 1980. 98 p.p.

SEPAFIN. Comisión de Energéticos. **Manual de procedimientos para el uso de la energía en la industria y el comercio.** México 1977. 85 p.p.

Universidad Autónoma Metropolitana. **Conservación de Energía en Plantas Industriales.** Boletín informativo. UAM-Iztapalapa. México abril 1980.

Warman Arturo. **El neolatifundio mexicano: expansión y crisis de una forma de dominio.** Comercio exterior, Vol. 25 Núm. 12. Diciembre de 1977.

Wionczek Miguel S. (Coordinador). **Energía en México. Ensayos sobre el pasado y el presente.** Colegio de México. México 1982. 235 p.p.

ÍNDICE DE MAPAS

Pág.

MAPA 1 Principales Sistemas Eléctricos Interconectados en la República Mexicana en 1937	23
MAPA 2 Principales Sistemas Eléctricos Interconectados en la República Mexicana en 1960	30
MAPA 3 Sistemas Eléctricos y Red Principal de Interconexión 1995.....	48
MAPA 4 Ubicación de la Región Fundamental de Economía Campesina en México	52
MAPA 5 División de México en tres zonas para el estudio de los consumos energéticos en el Sector Doméstico Rural	54
MAPA 6 Grado de Electrificación Rural	56
MAPA 7 Capacidad efectiva por región de generación en 1993	79
MAPA 8 Participación de las áreas de control en la capacidad efectiva en 1993	80
MAPA 9 Sitios Potenciales para desarrollos eólicos	150
MAPA 10 Densidad de Población	
MAPA 11 Distribución de Actividades Económicas	



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA