

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE ECONOMIA



EL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA
EN MEXICO
PROYECCIONES A 1990

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN ECONOMIA
P R E S E N T A

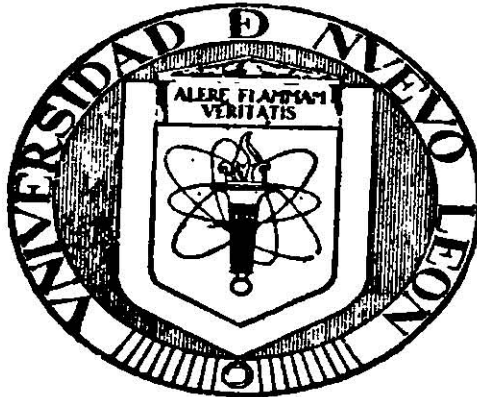
THELMA MOORE GONZALEZ

T
HD9685
M6
c.1



1080064219

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE ECONOMIA



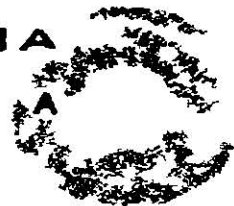
EL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA
EN MEXICO
PROYECCIONES A 1990

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN ECONOMIA
P R E S E N T A

THELMA MOORE

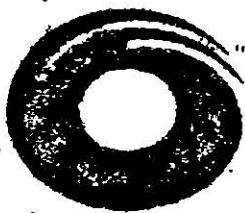
GONZALEZ) FERRER
LIBRERIA DEL



MONTERREY, N. L.

NOVIEMBRE DE 1976

T
HD9685
M6



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. tesis



UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

QUIERO HACER PATENTE MI RECONOCIMIENTO A TODAS LAS PERSONAS
QUE EN ALGUNA FORMA COOPERARON CONMIGO EN LA ELABORACION
DEL PRESENTE TRABAJO, EN ESPECIAL A

LIC. RAUL ALVAREZ

ING. OSWALDO MERCADO

LIC. RITA SAUCEDO

ING. SIGIFREDO TORRES

ING. FAUSTINO VALLE

Y MUY EN PARTICULAR A MI AMIGO Y COMPANERO LIC. AURELIO
MONTEMAYOR, ASI COMO A MIS QUERIDOS MAESTROS LIC. LEONCIO
DURANDEAU Y LIC. ROMEO MADRIGAL.

LA SUSTENTANTE

A MIS PADRES

A MI ESPOSO

A MI MADRE POLITICA

I N D I C E

	Página No.
INTRODUCCION	1
CAPITULO UNO.	
ALGUNOS ASPECTOS GENERALES DE LA ELECTRICIDAD EN MEXICO.	5
1.- Generalidades históricas.	5
2.- Indicadores económicos.	19
CAPITULO DOS.	
MARCO TEORICO DE REFERENCIA.	31
1.- Papel que desempeña el estudio de la demanda de bienes y servicios en un país como México.	31
2.- Objetivos a los que sirve un estudio de demanda.	35
3.- Problemas de medición.	39
CAPITULO TRES.	
ESTUDIOS DE DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA.	43
1.- A muy corto plazo.	43
2.- A largo plazo.	52
CAPITULO CUATRO.	
PROYECCION DE LA DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA.	58
1.- Antecedentes.	58
2.- Sector industrial.	67

	Página No.
3.- Sector doméstico.	73
4.- Sector comercial.	79
5.- Sector otros.	84
6.- Proyección global por sectores económicos.	88
7.- Proyección según la tendencia.	90
8.- Comparación entre los diferentes pronósticos.	93
CAPITULO CINCO.	
COMPORTAMIENTO DE LA OFERTA CON RESPECTO A LA DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA.	101
1.- Consideraciones generales en cuanto a la determinación de la oferta.	101
2.- Comparación entre oferta y demanda.	103
RESULTADOS Y CONCLUSIONES.	113

INTRODUCCION

La inquietud por realizar el estudio del consumo de energía eléctrica en México surgió debido a la influencia determinante que ejercen los energéticos en el desarrollo económico de los países.

En un trabajo¹ recientemente publicado que comprendió 84 países que contaban en 1972 con un PNB per cápita de más de US\$ 400 se obtuvo que los países que convierten en electricidad un porcentaje más alto de sus energéticos requieren de una menor cantidad de energía primaria para generar un dólar² de PNB que aquellos países que proporcionalmente utilizan menos energía eléctrica. Esto se debe a que los países que utilizaban un promedio de 35% de su energía total como insumo para generar electricidad consumieron 0.875 kilos de carbón equivalentes³ para generar cada dólar de PNB, mientras que los países cuya utilización de energía para generar cada dólar de PNB era un promedio de cuatro veces mayor, utilizaban únicamente 17.5% de la energía total en forma de electricidad. Esta correlación entre la eficiencia en el consumo de energéticos y la forma en que se consume orienta hacia una economía más electrificada, tendencia a la cual México no ha sido la excepción.

¹ Electrical World. Point-of-Use Efficiency Gives Electric Energy an Edge in Generating High Per-capita GNP.

² El dólar es el tipo de moneda utilizada en el estudio.

³ La energía total producida en el país se convierte a kilocalorías y luego éstas a su equivalente en carbón.

En el presente trabajo se pretende entre otras cosas, realizar un análisis del comportamiento de la oferta nacional de energía eléctrica con respecto a la demanda cuyo resultado ayudará a probar la hipótesis de que el país se ha visto restringido en su consumo de energía eléctrica.

Otro de los objetivos es el efectuar una estimación de la demanda de energía eléctrica hasta 1990, con fundamento en un estudio de la evolución de los consumos nacionales por sector económico; este trabajo tratará de probar la hipótesis de que entre las variables que afectan el consumo de energía eléctrica en el sector industrial y comercial están los índices respectivos de su producción y en cuanto al sector doméstico, una de las variables que influyen es el PIB per cápita. También se tratará de probar la hipótesis de que el precio del KWH¹ influye en el consumo de los tres sectores mencionados.

Con referencia al procedimiento seguido en el desarrollo del trabajo se consideró conveniente introducir un capítulo destinado a describir la evolución histórica del sector eléctrico del país para destacar la creciente importancia del mismo y para obtener, a partir de esta descripción, algunos indicadores económicos que ayudan a definir y a dar luz sobre la situación nacional e internacional en cuanto al

¹ Unidad de energía o de trabajo equivalente al trabajo efectuado en una hora en una máquina cuya potencia es de un kilovatio.

consumo de energía eléctrica.

Enseguida se procede a enmarcar en forma teórica el estudio de demanda, comenzando por destacar su utilidad al integrarse al estudio del mercado y en forma más general al integrarse a la planificación nacional. Además se hace una clasificación de estudios de demanda de acuerdo a los diferentes objetivos a los que sirve dadas las características del servicio en cuestión y por último se abordan los problemas de medición para señalar lo que en cierta medida son limitaciones inherentes al tema.

Con el doble propósito de tener un conocimiento más preciso de lo que se expone en la parte teórica y de contar con un punto de comparación de los resultados del trabajo, en el tercer capítulo se introducen dos ejemplos de estudios de demanda seleccionados de acuerdo a distintos objetivos que se consideraron representativos en el sector eléctrico describiendo y analizando sus metodologías y procedimientos.

Para cumplir con la determinación de las principales variables que inciden en el consumo, que es uno de los objetivos del trabajo, en el cuarto capítulo se aplican métodos estadísticos a la información de cada sector económico, los resultados servirán de base para determinar la función de demanda de energía eléctrica global. A partir de la función así obtenida se efectuarán los pronósticos de consumos

futuros.

En el quinto capítulo se lleva a cabo un análisis de la oferta y su respuesta a la demanda tomando en cuenta ciertos requerimientos técnicos necesarios.

Por último, al elaborar las conclusiones se hace un resumen de los resultados obtenidos del estudio.

La limitación principal en el desarrollo del trabajo sucedió en cuanto a datos estadísticos, misma que se señala a lo largo de la exposición.

CAPITULO I

ALGUNOS ASPECTOS GENERALES DE LA ELECTRICIDAD EN MEXICO

1.- Generalidades Históricas.

Para poder comprender el desarrollo de la industria eléctrica en México es necesario efectuar un análisis retrospectivo que comprenda la evolución histórica de la misma hasta nuestros días.

La instalación de las primeras plantas eléctricas¹ en México tuvo como objeto principal servir a industrias mineras y textiles. Fué así como en 1879 se instaló la primera planta con una capacidad de 1.8 KW² en la fábrica textil de Hayser y Portillo en la ciudad de León, Guanajuato; y en 1881 en la ciudad de México surgió la primera planta creada exclusivamente para servicio de alumbrado público. Sin embargo, la característica principal del servicio eléctrico hasta 1910 fué la instalación de plantas para servicios industriales cuyos excedentes se vendían a buen precio para usos domésticos y comerciales. La proliferación de este tipo de plantas se debió a que la economía nacional era

¹Valle, Faustino. Estrategia, Planeación y Política Administrativa. Análisis y Decisiones Estratégicas del Crecimiento en la Comisión Federal de Electricidad. Trabajo de Maestría. Dic. 1972. UNAM.

²El término KW significa kilowatts, es una unidad de potencia, representa la capacidad para producir trabajo; se debe diferenciar del término KWH que significa kilowatt-hora(s) y representa el trabajo efectivamente realizado, la energía insu- mida en la producción o consumida como bien final.

propicia pues contaba con una demanda creciente y el gobierno no otorgaba facilidades y concesiones a inversiones en éste y otros campos. Todo el mecanismo mencionado orientó el servicio de energía solamente hacia poblaciones que de acuerdo a su actividad económica tenían una mayor capacidad de pago.

De 1911 a 1920, a consecuencia de la Revolución, la industria creció menos en este período.

En 1917 se creó la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo que entre otras cosas se ocupaba de la industria eléctrica nacional. Ya desde entonces, dada la importancia de la electricidad en la industria minera y textil, el Gobierno Federal visualizaba la necesidad de intervenir en el desarrollo de la industria eléctrica y debido a ello creó en 1922 la Comisión de Fomento y Control de la Industria de Generación y Fuerza que fué transformada posteriormente en la Comisión Nacional de Fuerza Motriz.

En 1926 el Ejecutivo Federal expidió el Código Nacional Eléctrico conteniendo una serie de disposiciones administrativas con miras a regular las actividades de las empresas eléctricas tratando de orientarlas hacia el beneficio colectivo. Pero aún a pesar del Código Nacional Eléctrico y de que en 1929 fué promulgada la Ley de Aguas de Propiedad Nacional con disposiciones rígidas para otorgar derechos sobre

su uso para la producción de energía eléctrica, las empresas que gozaban de los mismos seguían actuando con fines de lucro de tal forma que el beneficio social se hacía a un lado.

Cabe hacer un apartado en este punto con respecto al disentiimiento suscitado en este tipo de servicios según los diferentes objetivos que se persiguen, es decir, máximas ganancias ó beneficio social, aquí es donde se justifica la existencia de empresas públicas, sobre todo en aquellos bienes y servicios que requieren para su producción de una gran cantidad de inversión en activo fijo y que por consiguiente tienen implicados mayores costos fijos. Según la teoría del bienestar, la elevación del beneficio al máximo (o de la pérdida al mínimo) implica que se produzca al nivel en que el costo marginal es igual al precio, pero si el precio es igual al costo marginal y los costos medios son decrecientes se producen pérdidas en la empresa¹. Si la

¹ Siguiendo la teoría del bienestar, si $b(x)$ es la función de costos totales y x es la cantidad producida y dicho bien debería ser vendido a un precio igual a su costo marginal, para obtener la mayor producción con la mayor satisfacción de necesidades se tendría:

$$p = b' = \frac{db(x)}{dx} \quad \text{donde: } \begin{array}{l} p = \text{precio del bien} \\ b' = \text{costo marginal} \end{array}$$

Con el precio siendo igual al costo marginal el beneficio sería:

$$\pi = px - b(x) = b'x - b(x) \text{ lo cual es igual a:}$$

$$\pi = (b' - \bar{b})x, \text{ donde } \bar{b} = \frac{b(x)}{x} = \text{coste medio}$$

De lo cual se deduce que el beneficio será negativo si el costo marginal es menor que el costo medio, es decir, $\pi < 0$ donde $b' < \bar{b}$.

empresa es pública y persigue el beneficio social derivado del uso de la energía por las mayorías puede seguir una política de precios y mantener la producción en un nivel óptimo en el supuesto de que la pérdida sea cubierta con presupuesto público; pero en el caso que se presentaba, las empresas se guiaban por la obtención de utilidades, producían menor cantidad y aumentaban el precio, vendiendo la energía eléctrica solamente a industrias y poblaciones de alta capacidad económica.

El 29 de diciembre de 1933 se autorizó por el Congreso de la Unión la creación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y el 24 de agosto de 1937 el Ejecutivo promulgó la Ley que la creó. Con esto se ocasionó el cambio de política en lo económico y lo social de la empresa. La nueva Ley tenía por objeto organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basado en principios técnicos y económicos sin propósitos de lucro y con la finalidad de obtener con un costo mínimo, el mejor rendimiento posible en beneficio de los intereses generales. También se le facultaba para hacer estudios sobre el sistema nacional de electrificación, interviniendo en operaciones relacionadas con la propia industria, organizar empresas regionales y locales de carácter semi-oficial que pudieran vender energía a precios equitativos y organizar cooperativas de consumidores de energía eléctrica

para procurar su abastecimiento en las mejores condiciones económicas.

No obstante la creación de la CFE, no fué sino hasta 1944, año en que entró en servicio la primera unidad de la Planta Ixtapantongo con capacidad de 28,972 KW cuando se intensificaron las acciones en forma permanente y constante.

En 1952 se crearon las Juntas Estatales de Electrificación, mismas que desde entonces han sido utilizadas como instrumentos para aumentar el índice de electrificación en el sector rural y agrícola del país. Sin embargo, en 1952 todavía existía el problema del régimen de concesiones que la misma Ley que había creado a la CFE contemplaba y que le ponía obstáculos a la planeación del sistema nacional de electrificación, entre cuyos objetivos se encontraban el aprovechamiento integral de los recursos y el establecimiento de un sistema nacional de tarifas que sirvieran de instrumento a la acción gubernamental para fomentar el desarrollo industrial y agrícola del país. Debido a esto, en abril de 1960 el gobierno nacional adquirió los bienes propiedad de las sociedades pertenecientes a la Compañía Impulsora de Empresas Eléctricas, en el mes de septiembre del mismo año el control de la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz y sus empresas filiales, y posteriormente otras empresas de pequeña capacidad con lo cual en 1974 obtuvo ya el 99.5% de

la capacidad instalada para servicio público de todo el país.

El 20 de octubre de 1960 se efectuó una adición al Artículo 27 de la Constitución para que solamente por medio de acción gubernamental se pueda generar, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de un servicio público, aprovechando los bienes y recursos que para ello se requieran sin otorgar concesiones a particulares.

En el cuadro 1.1 se muestran los datos de capacidad instalada¹ en el país de 1937 a 1974, tomando en cuenta además de la capacidad instalada para servicio público, la correspondiente para servicio privado que en los últimos años principalmente se refiere a plantas de emergencia que algunas empresas, por la índole de sus actividades, requieren y que se considerarán para efectos de pronósticos de demanda y de determinación de la oferta de energía. En el cuadro 1.1 se observa que la capacidad instalada para servicio público del país es de casi el 83% en 1974 y en todo el período considerado aumentó en 18.5 veces, mientras que la capacidad instalada para servicio privado del país representó el 17% en 1974 y solamente aumentó en diez veces su

¹ Se tomaron los datos de capacidad en operación por ser más reales, para una definición sobre estos términos, consultar el Apéndice I.

CUADRO 1.1CAPACIDAD INSTALADA EN LA REPUBLICA MEXICANA

<u>AÑO</u>	<u>PARA SERVICIO PUBLICO</u>		<u>PARA SERVICIO PRIVADO</u>		<u>TOTAL</u>
	<u>Miles de KW</u>	<u>%</u>	<u>Miles de KW</u>	<u>%</u>	<u>Miles de KW</u>
1937	457	72.66	172	27.34	629
1938	457	72.66	172	27.34	629
1939	479	70.44	201	29.56	680
1940	479	70.44	201	29.56	680
1941	479	70.44	201	29.56	680
1942	481	70.53	201	29.47	682
1943	479	70.54	200	29.46	679
1944	508	71.67	201	28.35	709
1945	519	72.08	201	27.92	720
1946	673	75.36	220	24.64	893
1947	704	73.56	253	26.44	957
1948	787	75.67	253	24.33	1040
1949	807	73.56	290	26.44	1097
1950	916	74.23	318	25.77	1234
1951	1054	75.29	346	24.71	1400
1952	1150	73.16	412	26.21	1572
1953	1259	74.02	442	25.98	1701
1954	1372	74.15	478	25.84	1850
1955	1451	75.22	478	24.78	1929
1956	1566	75.69	503	24.31	2069
1957	1735	76.43	535	23.57	2270
1958	1999	78.09	561	21.91	2560
1959	2093	76.41	646	23.59	2739
1960	2308	76.40	713	23.60	3021
1961	2435	74.35	840	25.65	3275
1962	2724	76.43	840	23.57	3564
1963	3260	76.49	1002	23.51	4262
1964	3678	78.32	1018	21.68	4696
1965	4177	79.74	1061	20.26	5238
1966	4521	80.79	1075	19.21	5596
1967	4648	80.33	1138	19.67	5786
1968	4803	79.93	1206	20.07	6009
1969	5664	81.54	1282	18.46	6946
1970	6073	81.44	1384	18.56	7457
1971	6503	82.17	1411	17.83	7914
1972	6918	81.67	1553	18.33	8471
1973	7731	81.82	1718	18.18	9449
1974	8376	82.95	1722	17.05	10098

Fuente:

De 1937 a 1962 datos tomados del Boletín Capacidad y Generación de Electricidad. Gerencia General de Operación. CFE. 1963.

De 1963 a 1974 datos tomados de Algunos Datos sobre la Industria Eléctrica Nacional. Gerencia General de Operación. CFE. 1975.

volúmen original.

El cuadro 1.2 contiene la generación neta de energía eléctrica de la República para los mismos renglones del cuadro 1.1 de 1933 a 1974. En él se observa que la generación neta de energía eléctrica para servicio público ha aumentado en más de 27 veces su cantidad inicial ocupando en 1974 el 90% de la generación total del país, en contraste con el incremento en la generación neta para servicio privado que solamente subió en 20 veces su nivel original.

En los cuadros 1.3 y 1.4 aparecen datos de capacidad instalada y generación neta de energía eléctrica para servicio público clasificados según su origen (de procedencia pública o particular) a partir de 1963 porque no existen datos anteriores a esa fecha. En ambos cuadros se observa que la capacidad instalada y la generación neta de energía de origen público para servicio público alcanza casi el 100%, de lo cual se deduce que la industria está completamente nacionalizada.

Al presente se ha logrado la integración financiera, administrativa y operacional de la industria eléctrica. La CFE trabaja con 12 Divisiones de Operación que comprenden todo el país, cada una tiene áreas de acción definidas y métodos de trabajo homogéneos, a excepción de la División Centro (antes Compañía de Luz y Fuerza del Centro) con la

CUADRO 1.2GENERACION NETA DE ENERGIA ELECTRICA DE LA REPUBLICA MEXICANA

<u>AÑO</u>	<u>PARA SERVICIO PUBLICO</u>		<u>PARA SERVICIO PRIVADO</u>		<u>TOTAL</u>
	<u>Millones KWH</u>	<u>%</u>	<u>Millones KWH</u>	<u>%</u>	<u>Millones KWH</u>
1933	1325	86.66	204	13.34	1529
1934	1583	86.31	251	13.69	1834
1935	1753	84.93	311	15.07	2064
1936	1896	84.45	349	15.55	2245
1937	2092	84.35	388	15.65	2480
1938	2120	84.39	392	15.61	2512
1939	2065	83.87	397	16.13	2462
1940	2136	84.46	393	15.54	2529
1941	2101	83.24	423	16.76	2524
1942	2171	82.70	454	17.30	2625
1943	2260	82.51	479	17.49	2739
1944	2274	82.69	476	17.31	2750
1945	2499	82.45	569	18.55	3068
1946	2710	81.70	607	18.30	3317
1947	2871	79.79	727	20.21	3598
1948	3209	80.85	760	19.15	3969
1949	3513	81.17	815	18.83	4328
1950	3549	80.24	874	19.76	4423
1951	3913	79.73	995	20.27	4908
1952	4272	80.04	1065	19.96	5337
1953	4595	80.57	1108	19.43	5703
1954	5078	80.83	1204	19.17	6282
1955	5616	80.21	1386	19.79	7002
1956	6255	79.92	1572	20.08	7827
1957	6764	80.04	1687	19.96	8451
1958	7374	81.05	1724	18.95	9098
1959	7841	80.21	1934	19.79	9775
1960	8589	80.05	2139	19.94	10728
1961	9448	80.43	2299	19.57	11747
1962	10112	80.85	2395	19.15	12507
1963	11006	80.42	2680	19.58	13686
1964	12896	81.81	2867	18.19	15763
1965	14232	82.51	3016	17.49	17248
1966	15645	83.42	3110	16.58	18755
1967	17363	84.45	3196	15.55	20559
1968	19425	85.33	3340	14.67	22765
1969	22349	85.11	3306	12.89	25655
1970	25246	88.11	3408	11.89	28654
1971	27601	88.37	3634	11.63	31235
1972	30473	88.75	3862	11.25	34335
1973	33148	89.45	3911	10.55	37059
1974	36679	89.94	4102	10.06	40781

Fuente:

De 1933 a 1962 datos tomados del Boletín Capacidad y Generación de Electricidad, Gerencia General de Operación. CFE, 1963.

De 1962 a 1974 datos tomados de Algunos Datos sobre la Industria Eléctrica Nacional, Gerencia General de Operación. CFE, 1975.

CUADRO 1.3CAPACIDAD INSTALADA PARA SERVICIO PUBLICO

<u>AÑO</u>	<u>DE ORIGEN PUBLICO</u>		<u>DE ORIGEN PRIVADO</u>		<u>TOTAL</u>
	<u>Miles de KW</u>	<u>%</u>	<u>Miles de KW</u>	<u>%</u>	
1963	3244	99.51	16	.49	3260
1964	3664	99.62	14	.38	3678
1965	4165	99.71	12	.28	4177
1966	4515	99.87	6	.13	4521
1967	4642	99.87	6	.13	4648
1968	4797	99.88	6	.12	4803
1969	5658	99.89	6	.11	5664
1970	6068	99.92	5	.08	6073
1971	6498	99.92	5	.08	6503
1972	6913	99.93	5	.07	6918
1973	7726	99.94	5	.06	7731
1974	8371	99.94	5	.06	8376

Fuente:

Algunos Datos sobre la Industria Eléctrica Nacional. Gerencia General de Operación.
CPE. 1975

CUADRO 1.4GENERACION NETA PARA SERVICIO PUBLICO

<u>AÑO</u>	<u>DE ORIGEN PUBLICO</u>		<u>DE ORIGEN PRIVADO</u>		<u>TOTAL</u>
	<u>Millones de KWH</u>	<u>%</u>	<u>Millones de KWH</u>	<u>%</u>	
1963	10958	99.56	48	.44	11006
1964	12844	99.60	52	.40	12896
1965	14181	99.64	51	.35	14232
1966	15617	99.82	28	.18	15645
1967	17336	99.84	27	.16	17363
1968	19399	99.87	26	.13	19425
1969	22332	99.92	17	.07	22349
1970	25234	99.95	12	.05	25246
1971	27591	99.96	10	.04	27601
1972	30464	99.97	9	.03	30473
1973	33138	99.97	10	.03	33148
1974	36670	99.98	9	.02	36679

Fuente:

Algunos Datos sobre la Industria Eléctrica Nacional. Gerencia General de Operación.
CPE. 1975.

cual tiene establecida una coordinación técnica y cuya integración completa está efectuándose lentamente.

Uno de los objetivos de la industria eléctrica ha sido la creación de un sistema interconectado nacional para poder operar los sistemas eléctricos con mayor confiabilidad, eficiencia y economía. Se cuenta con nueve sistemas eléctricos los cuales se muestran en el cuadro 1.5¹. Las principales interconexiones han sido la del Sistema Oriental con el Sistema Occidental, uniendo eléctricamente a 15 Estados de la República y en 1970, la interconexión de los Sistemas Norte y Noroeste ligando a siete Estados.

La interconexión de sistemas no se ha ampliado debido a que todavía no se acaba de realizar otro objetivo y que es el de la unificación de frecuencias. Una vez que se lleve a cabo el cambio de frecuencia del Sistema Central de 50 cps. (ciclos por segundo) a 60 cps. a fines del presente año, se podrá interconectar con los Sistemas Oriental y Occidental uniendo a gran parte del territorio nacional.

Con respecto a electrificación rural que fué y sigue siendo el principal objetivo de las Juntas Estatales de Electrificación creadas en 1952 con miras a ampliar la infraestructura económica del país, se puede decir que se ha

¹ En el cuadro aparentemente son ocho sistemas por que los Sistemas Oriental y Occidental se muestran como ORIOC.

CUADRO 1.5SISTEMAS INTERCONECTADOSCAPACIDAD EN OPERACION

KW

SISTEMA	1971	1972	1973	1974
Central	2,368,606	2,562,106	2,736,326	3,117,206
Orioc	2,029,015	2,201,623	2,385,875	2,571,325
Noreste	530,000	558,000	726,000	862,200
Norte	368,050	398,730	429,730	460,890
Noroeste	377,200	409,200	587,720	601,720
Tijuana-Mexicali	307,000	307,000	382,000	412,000
Colotlipa-Acapulco	81,000	95,000	95,000	95,000
Yucatán	<u>111,438</u>	<u>129,738</u>	<u>135,938</u>	<u>157,022</u>
SUMA	6,172,309	6,661,397	7,478,589	8,277,363
Resto de Sistemas	<u>326,007</u>	<u>252,057</u>	<u>247,302</u>	<u>93,555</u>
TOTAL DE CAPACIDAD EN OPERACION	<u>6,498,316</u>	<u>6,913,454</u>	<u>7,725,891</u>	<u>8,370,918</u>

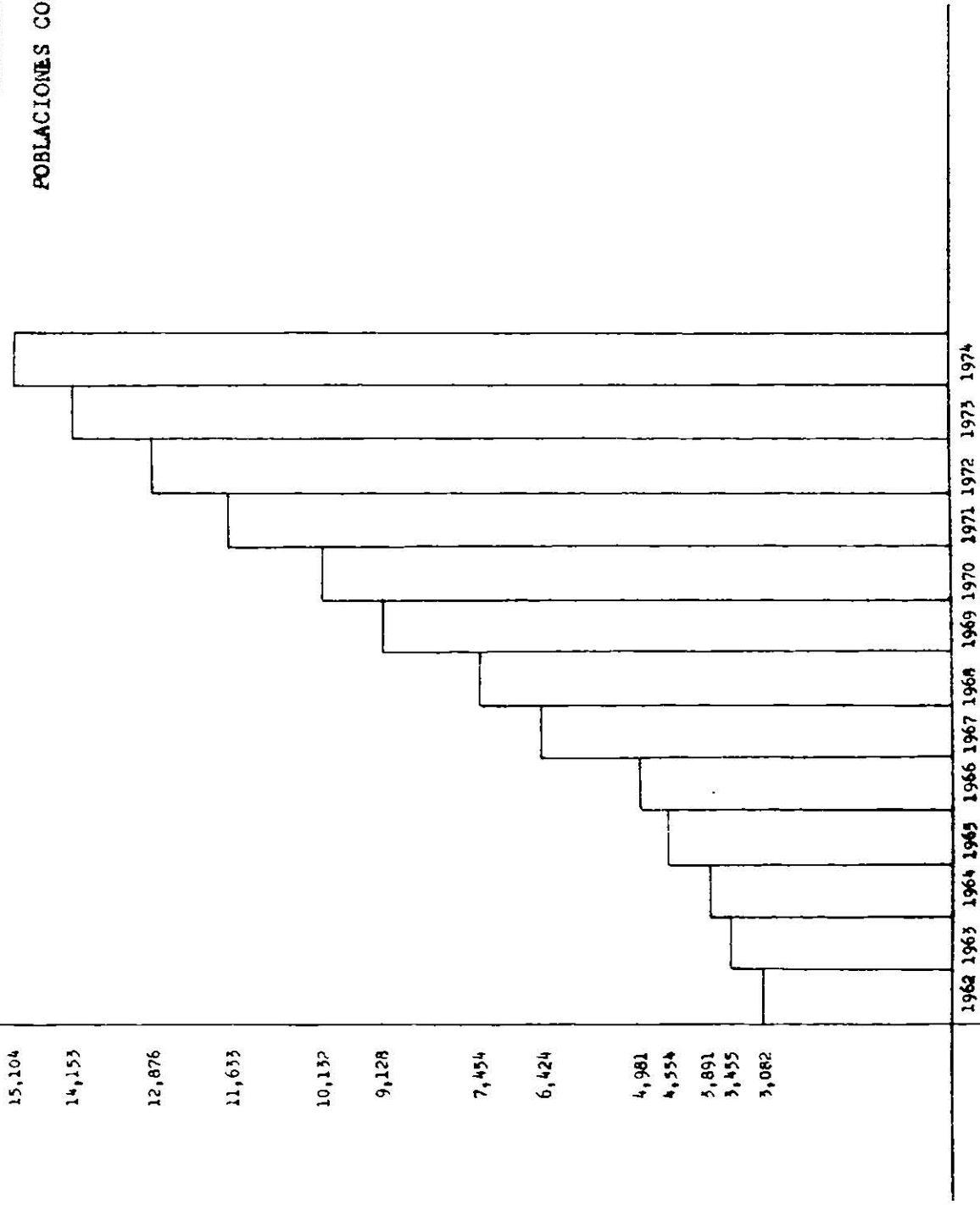
Fuente:
Industria Eléctrica Nacional. Estadística de Explotación 1975. CFE.

aumentado constantemente el número de poblaciones rurales con servicio eléctrico. En la gráfica 1.1 se aprecia el aumento anual de las mismas haciéndose notorio su incremento a partir de 1964. En total, para 1974 existían 15,104 poblaciones electrificadas.

En cuanto a la utilización de recursos para generar energía eléctrica, se puede observar que se han tratado de aprovechar todas las fuentes posibles. Así, se trabaja con plantas hidráulicas; de vapor; térmicas alimentadas con combustibles diversos como petróleo, diésel, gas, carbón, etc.; geotérmicas¹, que aprovecha el vapor natural del sub suelo; y en los últimos años se ha estudiado la aplicación de los medios nucleares a la generación de energía para optimizar el uso de combustibles fósiles a nivel nacional, a fines de 1980 se espera inaugurar la primera planta nucleoelectrónica del país en Laguna Verde, Veracruz que actualmente se encuentra en proceso de construcción.

¹ Solamente existe una planta geotérmica en el país.

GRAFICA 1.1
POBLACIONES CON SERVICIO



2.- Algunos Indicadores Económicos de la Industria Eléctrica.

Los índices y coeficientes mencionados a continuación tienen como propósito ayudar a determinar que está sucediendo con la energía eléctrica en México.

a) Índice de volumen de la energía eléctrica.

Este índice, cuya información es parte del cuadro 1.5, ayuda a apreciar la creciente importancia del sector industrial tomando como punto de comparación los volúmenes de producción.

Considerando a 1960 como año base, de 1961 a 1974 la producción de energía eléctrica se cuadruplicó variando de 108.9% a 452.6%, ocupando el segundo lugar en crecimiento del sector industrial y siempre manteniéndose arriba del índice general del mismo.

INDICE DE VOLUMEN DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL

1960 = 100

AÑOS	M A N U F A C T U R A S												
	INDICE GENERAL	MINERIA	PETROLEO Y PETROL	QUIMICA	alimen- ticios, bebidas y tabaco	Textiles, prendas de vestir, de cuero y papelería	Productos de madera, químicos y de metales básicos	Productos de metales básicos y su reparación	Productos metálicos	energía eléctrica			
1961	104.9	95.9	110.9	106.5	106.5	101.2	102.9	102.8	97.6	105.9	113.7	99.5	108.9
1962	110.0	102.6	114.3	110.3	109.6	105.8	112.6	114.4	110.9	108.9	113.9	106.0	117.4
1963	120.6	105.1	121.2	120.8	118.7	109.1	121.7	124.0	115.1	129.0	135.9	121.4	136.3
1964	138.9	107.8	134.2	140.2	129.3	133.6	142.6	139.7	135.5	150.2	175.0	141.9	159.4
1965	146.5	107.7	142.8	152.3	137.8	141.9	156.8	156.6	146.6	162.3	196.9	139.8	176.1
1966	162.4	111.4	148.9	166.5	147.4	149.2	164.2	173.8	170.8	184.1	228.0	159.9	195.8
1967	175.1	114.6	169.1	177.0	153.9	167.3	171.7	188.4	191.3	195.8	235.4	160.7	217.7
1968	191.3	121.6	183.8	194.3	165.1	179.5	181.9	212.2	215.7	216.9	271.2	194.0	241.8
1969	207.8	127.9	195.2	211.2	175.9	194.8	200.5	213.2	238.3	234.4	293.0	212.3	275.2
1970	224.4	132.2	214.7	228.9	186.6	214.4	215.3	264.0	250.5	253.2	327.3	222.5	306.7
1971	230.1	131.2	221.8	236.3	188.0	230.0	208.8	289.6	271.5	260.1	330.5	216.7	335.8
1972	252.2	132.7	241.2	256.6	198.1	248.4	227.9	324.8	302.8	292.3	361.0	254.8	371.4
1973	276.2	144.0	247.1	280.1	208.2	278.5	241.6	356.7	352.5	314.8	413.7	295.1	409.6
1974	295.2	161.1	287.5	297.4	215.4	281.5	262.4	371.7	368.7	352.5	462.9	305.1	452.6

Fuente: Banco de México, S. A. Informe Anual 1974.

b) Coefficiente de electrificación.

El coeficiente de electrificación indica la proporción del consumo de electricidad dentro del consumo total de todas las demás formas de energía. Se obtiene dividiendo el consumo total de electricidad en KWH entre el total de combustibles utilizados para todo lo que no sea generar electricidad expresados en su equivalencia en carbón.¹

En consecuencia, el coeficiente de electrificación se define como el número de KWH consumidos por cada tonelada de carbón equivalente total de las demás formas de energía.

En el cuadro 1.6 se obtiene dicho coeficiente así como información sobre el porcentaje de capacidad instalada clasificada según sean plantas hidráulicas

¹Para facilitar el manejo de las distintas unidades de los diferentes combustibles, todos los combustibles consumidos se convierten a kilo/calorías según su poder calorífico y luego se dividen entre las kilo/calorías que proporciona una unidad de combustible al cual se quiere hacer la equivalencia (en este caso, toneladas de carbón). La fórmula quedaría:

Coeficiente de Electrificación	KWH Totales Consumidos	
	Total de combustibles primarios consumidos en México expresados en toneladas de carbón.	Total de combustibles utilizados para generar energía eléctrica expresados en toneladas de carbón.

cas o de vapor y combustión interna.

Esto es así, porque las primeras no utilizan combustibles y en consecuencia alteran el denominador del coeficiente. Lo anterior adquiere importancia cuando se desean hacer comparaciones internacionales de coeficientes de electrificación o cuando se desean analizar en una serie a través del tiempo.

Al contemplar la evolución del coeficiente de 1962 a 1972¹ se observa que al inicio del período se consumían .360 KWH por cada tonelada de carbón equivalente consumida en el país, y al final del período se consumían .526 KWH. Este aumento del 31% en el coeficiente de electrificación de México indica un mayor uso relativo de la electricidad con respecto a las demás formas de energía. Lo cual se puede atribuir, fundamentalmente, al incremento del 8% en capacidad instalada en plantas de combustión interna y de vapor en todo el período, alcanzando el 53.3% en 1974, ocasionando que el denominador del coeficiente de electrificación disminuya y el propio coeficiente aumente.

¹ 1972 fué el último año que la ONU publicó datos acerca de consumo de combustibles.

Las razones del cambio en las proporciones de los dos tipos distintos de generación de energía debe buscarse en el desarrollo económico del país porque al requerir de mayores cantidades de energía eléctrica se agotan los recursos hidrológicos explotables para la generación de la misma, y por otro, aunque existan, la presión de la demanda de energía obliga a que se construyan plantas termoeléctricas que en promedio requieren menor tiempo de construcción que las plantas hidroeléctricas.

CUADRO 1.6

COEFICIENTES DE ELECTRIFICACION EN MEXICO

Año	Consumo Total de Energéticos ¹	Combustibles para Energía Eléctrica ²	Combustibles para Otros fines ³	Consumo Total de Electricidad ⁴ (MWH)	Coeficiente de Electrificación ⁵	CAPACIDAD INSTALADA	
						Plantas Hidráulicas ⁶	Plantas de Vapor y Combustión Interna ⁷
1962	33,715	3,532	30,183	10,878,440	.360	55.00	45.00
1963	35,412	4,027	31,385	12,129,996	.387	46.28	53.72
1964	40,238	4,441	35,797	13,823,553	.386	47.67	52.33
1965	39,950	4,012	35,938	15,088,100	.420	51.60	48.40
1966	43,833	4,056	39,777	16,451,943	.414	54.97	45.03
1967	48,705	4,518	44,187	18,054,142	.409	54.09	45.91
1968	51,761	5,182	46,579	19,922,880	.428	52.31	47.69
1969	52,267	6,275	45,992	22,401,277	.487	57.06	42.94
1970	58,827	7,267	51,560	24,967,228	.484	53.20	46.80
1971	62,392	9,039	53,353	27,003,871	.506	49.66	50.34
1972	67,150	10,108	57,042	29,992,395	.526	46.70	53.30

Fuentes:

¹ Informe Técnico-Económico sobre Energía Eléctrica y Gas en México, COTEG (Comisión de Tarifas de Electricidad y Gas), Boletín No. 45, Dic. de 1975. Se obtuvo del Consumo Total de Energéticos menos el Consumo de Electricidad Hidro, Nuclear e Importada. Están expresados en millones de toneladas equivalentes de carbón.

² Se obtuvo de dividir los millones de kilo/calorías obtenidas del cuadro 7 de Estadísticas de Explotación de la Gerencia General de Operación, CFE, entre el valor calorífico del carbón obtenido de investigación directa en la misma Gerencia y que es de 4,969.5 kilo-calorías por kilo. Están expresados en millones de toneladas equivalentes de carbón.

³ Se obtuvo restando al Consumo Total de Energéticos (col. 2) el consumo de combustibles utilizados en la producción de energía eléctrica (col. 3). Están expresados en millones de toneladas equivalentes de carbón.

⁴ Cifras obtenidas del cuadro 5.1 del presente trabajo.

⁵ Se obtuvo de dividir el consumo total de electricidad en MWH entre el total de combustibles usados para otros fines expresados en su equivalencia en carbón (col. 4 entre col. 3).

⁶ Obtenidos de Estadísticas de Explotación de la Gerencia General de Operación, CFE.

c) Elasticidad ingreso o producto.

Es un indicador del cambio en el consumo de energía eléctrica a raíz de un cambio en el PIB, es una especie de relación entre el consumo de energía y la actividad económica. Para los fines del trabajo se utilizaron las series de tiempo del PIB y de consumo en KWH de 1962 a 1974 y se utilizó la forma de cálculo de elasticidad arco.

Del cuadro 1.7, en el cual están las elasticidades anuales así obtenidas, se puede concluir que la elasticidad ingreso casi siempre pasa de la unidad, lo cual hace suponer que la expansión industrial del país y el crecimiento del ingreso medio per cápita provocan un aumento más que proporcional en los insumos y consumos de energía eléctrica.

Según estos datos, la elasticidad arco promedio es de 1.410, lo cual implica que a un aumento de 1% en el PIB corresponde un aumento en el consumo de 1.4% de energía eléctrica en el país anualmente.

CUADRO 1.7ELASTICIDADES¹ PRODUCTO ANUALES DE LA ENERGIA ELECTRICA

1962-1963	1.074
1963-1964	1.045
1964-1965	1.313
1965-1966	.925
1966-1967	1.540
1967-1968	1.186
1968-1969	1.563
1969-1970	2.165
1970-1971	1.926
1971-1972	1.087
1972-1973	1.793
1973-1974	1.424

¹Calculadas según la elasticidad arco.

d) Coeficiente de electrificación industrial.

Este coeficiente es una medida del consumo por hombre ocupado en la industria, refleja el grado de reemplazo de energía humana por equipo electro-mecánico en el sector industrial.

Se obtiene dividiendo los KWH consumidos por el sector industrial entre el número de horas-obrero trabajadas.

A medida que avanza el desarrollo económico las industrias incrementan su electrificación, por consiguiente, para un país en vías de desarrollo el coeficiente de electrificación industrial debe ir en aumento.

En el cuadro 1.8 se muestra, para el lapso de 1962 a 1972, el desenvolvimiento del coeficiente en el cual se observa que mientras en 1962 un obrero utilizaba, en promedio, un poco menos de 1 KWH por cada hora de trabajo; en 1972 ya utilizaba un poco más de dos KWH. De las mismas cifras se obtiene que cada año se incrementa el uso de la energía por hora/obrero en .12 de KWH, de lo cual se infiere que están utilizando cada vez más energía mecánica por hora/hombre ocupado.

CUADRO 1.8COEFICIENTE DE ELECTRIFICACION INDUSTRIAL

	KWH consumidos por el sector industrial (miles de KWH)	Número de horas/obrero trabajadas ¹ (miles hrs/ob.)	Coefficiente de electrificación industrial.
1962	4.243,000	4,802,720	.88
1963	4,866,402	4,979,520	.98
1964	5,690,723	5,158,400	1.10
1965	6,285,719	5,339,360	1.17
1966	6,970,003	5,522,400	1.26
1967	7,842,038	5,709,600	1.37
1968	8,910,428	5,898,880	1.51
1969	10,454,325	6,090,240	1.71
1970	11,937,011	6,283,680	1.90
1971	12,899,382	6,618,560	1.95
1972	14,429,132	6,968,000	2.07

Fuente:

Nacional Financiera. La Economía Mexicana en Cifras. Información de población económicamente activa del sector industrial.

Del Cuadro 4.1 de este trabajo se obtuvieron los KWH.

¹Para calcular el número de horas-obrero trabajadas, se multiplicó la población económicamente activa por 40 horas a la semana con 52 semanas al año.

d) Consumo de energía eléctrica de servicio público por habitante.

Se seleccionó este indicador para compararlo internacionalmente porque a menudo se utiliza como un índice de desarrollo económico debido a que existe una relación bastante estrecha entre los consumos de electricidad y los correspondientes niveles de ingreso.

En el cuadro 1.9 aparecen los consumos per cápita de 34 países, seleccionados por la COTEG (Comisión de Tarifas de Electricidad y Gas), ordenados de mayor a menor consumo, incluyendo a México que ocupa el veintiunavo lugar en 1972 con un consumo de 588 KWH anuales.

El país que mayor consumo tiene es Canadá con 8990 KWH al año, lo que implica un consumo 15 veces mayor que el mexicano; y comparándolo con el país de menor consumo, que es Paraguay, México consume siete y media veces más.

Lo que salta a la vista es que en este período de diez años, todos los países aumentaron su consumo per cápita independientemente del estado de desarrollo que guardaban. México es uno de los trece países que más que duplicaron su consumo en esos años.

CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA DE SERVICIO PUBLICO POR HABITANTE (KWH)

NACION	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	INCREMENTO PORCENTUAL (1962=100)
CANADA	4,879	4,897	5,259	5,631	6,222	6,531	6,950	7,401	7,952	8,344	8,990	184.2
ESTADOS UNIDOS	4,583	4,846	5,135	5,432	5,830	6,112	6,624	7,174	7,480	7,812	8,404	183.4
SUECIA	5,186	5,256	5,768	6,115	5,211	5,371	6,094	6,480	6,645	7,233	7,737	149.2
AUSTRALIA	2,506	2,706	2,943	3,161	3,328	3,537	3,758	4,057	4,363	4,545	4,630	184.8
REINO UNIDO	2,693	2,908	3,044	3,265	3,376	2,479	3,710	3,942	4,129	4,259	4,464	188.6
JAPON	1,286	1,417	1,599	1,686	1,834	2,073	2,275	2,552	2,882	3,047	3,300	256.6
ALEMANIA OESTE	1,527	1,715	1,789	1,914	2,027	2,108	2,311	2,563	2,808	2,918	3,297	215.9
HOLANDA	1,287	1,409	1,519	1,646	1,786	1,917	2,173	2,492	2,628	2,833	3,115	242.1
AUSTRIA	1,796	1,921	2,010	2,060	2,147	2,224	2,412	2,538	2,720	2,881	3,057	170.2
U. R. S. S.	1,285	1,468	1,748	1,917	2,061	2,232	2,417	2,600	2,789	2,994	2,964	230.7
ALEMANIA ESTE	1,387	1,604	1,685	1,847	2,015	2,136	2,263	2,409	2,498	2,625	2,872	207.1
FRANCIA	1,248	2,385	1,443	1,595	1,731	1,800	1,918	2,105	2,201	2,256	2,420	193.9
POLONIA	935	994	1,074	1,182	1,280	1,375	1,480	1,596	1,725	1,861	2,033	217.4
ITALIA	1,050	1,096	1,135	1,200	1,286	1,399	1,493	1,600	1,730	1,848	1,968	187.4
ESPAÑA	673	739	825	904	1,021	1,131	1,256	1,405	1,543	1,666	1,592	236.6
ARGENTINA	406	439	481	519	536	560	600	666	724	791	854	210.3
URUGUAY	597	596	643	609	670	685	655	711	738	784	811	135.9
VENEZUELA	439	456	497	532	699	709	691	757	769	761	775	176.3
COSTA RICA	343	358	384	415	423	445	478	501	553	607	656	191.3
CHILE	347	395	400	413	444	524	465	478	504	376	612	176.3
MEXICO	275	292	317	338	360	388	421	475	518	550	588	213.8
BRASIL	305	310	318	323	345	350	385	414	448	493	570	186.9
PANAMA	258	279	298	321	355	392	436	542	494	574	599	216.7
CUBA	324	324	336	340	354	381	397	413	426	441	480	139.9
COLOMBIA	207	244	261	279	295	309	329	348	367	395	398	192.2
NICARAGUA	97	112	130	141	162	180	213	238	261	-	302	311.3
PERU	132	137	145	152	164	182	184	189	216	235	249	188.6
EL SALVADOR	113	118	127	137	148	158	165	173	183	195	207	183.2
ECUADOR	83	92	94	97	101	107	117	126	136	145	150	180.7
GUATEMALA	72	81	89	91	97	103	112	147	130	129	139	193.0
HONDURAS	39	41	55	63	75	85	98	92	100	-	124	318.0
BOLIVIA	82	84	83	81	91	93	101	105	102	101	117	142.7
INDIA	48	54	60	65	69	73	85	94	102	102	101	210.4
PARAGUAY	-	50	49	46	50	53	55	59	67	70	78	156.0

Fuente:

COTEG. Informe Técnico-económico sobre Energía Eléctrica y Gas en México, 1974.

Nota: Para no alterar la comparación, las cifras de México fueron tomadas de la mencionada publicación. No fueron calculadas con las cifras de este trabajo.

CAPITULO II

MARCO TEORICO DE REFERENCIA

1.- Papel que Desempeña el Estudio de la Demanda de Bienes y Servicios en un País como México.

Del capítulo anterior se llega a la conclusión de que en el caso de los recursos como el de energía eléctrica el sector que es determinante en cuanto a su utilización por los distintos sectores económicos es el Estado, principalmente porque tiene poder de fijar los precios según la tarifa de que se trate.

Se dará por sentado que se trata de un servicio que es clave para el proceso de desarrollo en sus dos aspectos, tanto como bien de uso final o como bien intermedio (insumo) y que se ha venido utilizando por el gobierno como instrumento para llevar a cabo sus programas y políticas desde hace más de treinta años.

Para los fines de este trabajo se entenderá como estudio de demanda el análisis de los consumos históricos y su proyección.

Idealmente, el estudio de demanda debe estar integrado a programas de desarrollo basados a su vez en conjuntos de proyectos que constituyan el enlace con el aspecto práctico del problema. Los proyectos no deben perder de vista la

apreciación de conjunto de la economía y su objetivo debe ser el de coleccionar y organizar los antecedentes para facilitar la evaluación económica. Entre lo que se considera antecedentes se incluyen los estudios de mercado cuyo principal elemento lo conforma el estudio de demanda.

No existe una receta para seleccionar proyectos sino que estos tienen orígenes diferentes y variados. A manera de ejemplo a continuación se listan los criterios de selección de proyectos seguidos por la ONU y que son:

A.- Proyectos que se derivan de estudios sectoriales.

Si la planificación económica es sectorial, tendrán preferencia de selección los proyectos de aquellos sectores a los cuales se les da prioridad.

B.- Proyectos que derivan de un programa global de desarrollo.

Las proyecciones y objetivos de producción señalados en el programa servirán de guía para seleccionar los proyectos que han de estudiarse.

C.- Proyectos que derivan de estudios de mercados.

El análisis de mercados sugiere por sí solo una cantidad de proyectos posibles, entre los cuales pueden mencionarse:

- a) Proyectos que aprovechen la capacidad de absorción de los mercados internacionales. Requieren de estudios de los mismos.
- b) Proyectos de sustitución de importaciones. Requieren de estudios de estadísticas de importación.
- c) Proyectos derivados de la demanda interna. Requieren de estudios de crecimiento de población, de aumento en los niveles de ingreso y de los precios.
- d) Proyectos derivados de la demanda insatisfecha. Estos no requieren esencialmente del estudio de mercado basta con la existencia reconocida de puntos de estancamiento en la economía o de la necesidad de prever la satisfacción de servicios básicos.

La importancia de los estudios de demanda en general se justifica con el punto tres descrito arriba. Con referencia al tema específico del estudio de demanda de energía eléctrica del presente trabajo su importancia se refleja en el punto "C" inciso d, porque el análisis del estado presente del mercado del sector eléctrico realizado en este trabajo, sugiere la necesidad de un proyecto para evitar el atraso del mismo; y porque el pronóstico de la demanda, también efectuado en el trabajo, sugiere el proyecto de prever la satisfacción futura de una necesidad tan básica, cuya importancia

se agranda cuando se piensa en que el tiempo mínimo necesario para construir una planta termoeléctrica (que es de las más rápidas para construirse) es de tres a cinco años y en el caso de plantas hidroeléctricas, geotérmicas o nucleares el período se alarga obligando a una planeación a largo plazo.

2.- Objetivos a los que Sirve un Estudio de Demanda.

El objetivo principal de los estudios de demanda de bienes y servicios es definir cuanto se vende, a que precio y el volúmen de los mismos que adicionalmente es capaz de absorber el mercado, con la intención de que el estudio ayude al manejo económico de los recursos de tal forma que se logre la meta de máxima eficiencia y mayor utilidad, ya sea social, privada o ambas.

A mayor exactitud en los resultados del estudio, mayor será el provecho de él obtenido. A su vez, los resultados del mismo serán satisfactorios o deficientes según sea la calidad de los datos disponibles y la eficacia de los instrumentos teóricos con que se cuenta para el análisis de la demanda.

Ya considerando el caso de la energía eléctrica en particular, se puede decir que existen otros objetivos que inducen a elaborar diversos estudios de demanda cuya principal fuente de variación es el lapso de tiempo para el cual se elaboran. Enseguida se mencionarán algunos y las variables que se utilizan en cada caso.

A.- **Objetivo:** Operación de plantas de generación de energía al mínimo costo al satisfacer los requerimientos inmediatos de servicio.

Generalmente se analizan las características del consumo diario para determinar las horas de demanda "pico" y además se toman en cuenta las condiciones climáticas, fines de semana y días festivos. En la primera parte del tercer capítulo de este trabajo se describe un estudio de este tipo con más detalle.

Con los resultados del estudio así elaborado, al iniciar el día, las plantas de energía están en posición de determinar su "despacho económico de carga"¹.

B.- Objetivo: Elaboración de planes de aprovisionamiento de combustibles en el caso de plantas térmicas, de programas de mantenimiento de plantas, de presupuestos de egresos, de tarifas especiales según el consumo por climas, etc.

Para realizar el estudio se analizan los patrones de comportamiento de consumos derivados de las condiciones climáticas anuales y su influencia en las actividades económicas y sociales de tal forma que se puedan pronosticar las variaciones

¹Se define como la operación económica eficiente de las unidades de una planta. Los problemas varían según el tipo de planta de que se trate. Para una planta térmica, la práctica común es utilizar una lista de prioridades que clasifica a los generadores de acuerdo al costo promedio incremental por unidad, obtenido de los datos de la energía que cada unidad genera en la planta en función de los consumos incrementales. Los ahorros de combustibles, al repartir el incremento en la demanda de carga entre las unidades más eficientes, permiten que la operación sea más económica. Para una planta hidroeléctrica se toma el costo incremental a partir de los consumos específicos de agua de la unidad. Sin embargo, también debe tomarse en cuenta los problemas de almacenamiento de agua y del uso económico de la energía almacenada

estacionales en la demanda de energía.

C.- Objetivo: Planeamiento económico de obras eléctricas tales como redes eléctricas, instalación de subestaciones, financiamiento, etc.

Para realizar el estudio se toman en cuenta las variaciones en el consumo de varios años por regiones clasificadas económicamente. Además se debe de prever el establecimiento futuro de nuevos núcleos industriales y comerciales derivados de los programas gubernamentales o de las solicitudes de energía eléctrica de los particulares industriales.

D.- Objetivo: Planificar a largo plazo para ordenar el funcionamiento de la empresa de tal forma que se evite la improvisación y el desperdicio de recursos al enfrentarse a la demanda futura.

Las variables analizadas y el método empleado para el pronóstico varían según el grado de detalle al que se desee llegar en la planificación. Por ejemplo, si se desea conocer la producción requerida en los años venideros para definir las diferentes fuentes de energía que la pueden satisfacer o el financiamiento global necesario, un pronóstico como el elaborado en el presente trabajo será de utilidad. En cambio, para hacer estimaciones para determinar cuantas plantas, de

que tipo, de que capacidad y que localización se deberá recurrir a estudios de consumos por regiones geográficas porque requieren de un análisis más detallado de las variables que intervienen.

3.- Problemas de Medición.

El efectuar cualquier prueba o medición empírica lleva consigo que haya divergencia entre lo deseado y las cantidades medidas, lo cual ocasiona que haya un cierto grado de error en la medición. En el caso de la energía eléctrica simplemente el hecho de que existan solicitudes no satisfechas implica que existen diferencias entre lo consumido realmente y lo que se desea consumir, aumentando esta divergencia la situación de que el mercado no puede diluir el exceso de demanda por medio del aumento de precio porque está fijado.

Otro problema implicado en la medición es el de tener que utilizar cifras elaboradas para otros fines, lo que ocasiona que al utilizarlas con propósitos diferentes a los que originaron su creación no reflejen en forma exacta lo que se desea medir y que sin embargo se manejen debido a la carencia de datos. Por ejemplo, en el caso de la determinación del consumo de electricidad por sectores económicos no existe información definida, se tuvo que recurrir a asignar a cada sector económico las tarifas según la actividad o actividades económicas que rigen, creando el problema de que hay sectores que no están representados (como el de transportes), y se encuentran sectores que incluyen a los que no están representados.

Debido a la deliberada simplificación de la realidad que se hace al efectuar un análisis económico teórico para explicar un problema surgen dificultades de agregación al tratar solamente con variables macroeconómicas sin ir al análisis del comportamiento de las variables microeconómicas cuya suma constituye la cifra global con la que se trabaja. En el presente caso surge este problema con relación sobre todo al consumo de energía eléctrica como bien final. Se suman todos los consumos individuales y se forma el consumo doméstico total, la relación que se incluye en el análisis es, aparte del ingreso per cápita y los precios, la distinción entre población urbana y población rural haciendo a un lado las influencias de los estratos de ingreso sobre el consumo de energía eléctrica. El problema de agregación es más grave cuando se trata de modelos macroeconómicos más complejos mediante los cuales se desean prever los efectos de políticas económicas nacionales. En la medida que se tenga conocimiento de las unidades de toma de decisión y sus reacciones, será la exactitud de los efectos previstos de la política seleccionada.

Por último, citaré el problema de identificación, que surge cuando se trata de estimar empíricamente la demanda o la oferta de cualquier bien. Al tratar de estimar la demanda con datos históricos, cada punto observado representa un punto de equilibrio, en el cual la demanda es igual a la

oferta y puede suceder que los puntos indiquen que la curva de oferta cambie a lo largo de una curva de demanda estacionaria o que cada punto represente la intersección de curvas de demanda y oferta cambiantes¹, en la figura 2.1 y 2.2 se representan ambos casos.

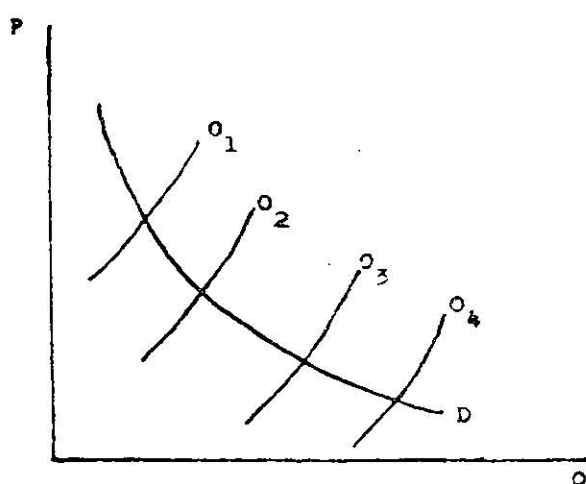


Fig. 2.1

Curvas de oferta con demanda estacionaria.

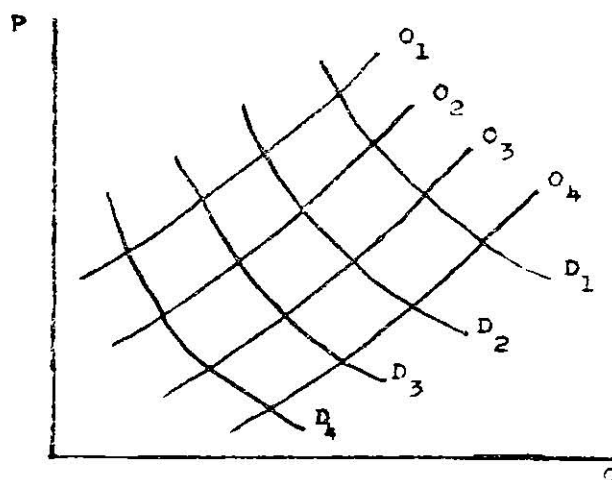


Fig. 2.2

Curvas de demanda y oferta cambiantes.

No hay evidencias de que las curvas de oferta y demanda sean estacionarias sino que existen factores que las hacen desplazarse a través del tiempo. En el caso de la demanda, los cambios en el ingreso y el avance tecnológico, éste último en lo que respecta a adelantos en la electro-

¹Para mayor explicación sobre este punto ver Edward J. Kane, Economic Statistics and Econometrics, Pag. 324. Harper International, 1969.

No se consideró necesario mencionar la posibilidad de curvas de demanda cambiantes a lo largo de una curva de oferta estacionaria porque el precio real de la energía ha disminuído a través del tiempo.

mecanización de la industria y en la invención de los nuevos aparatos eléctricos de uso doméstico. En el caso de la oferta, el factor que influye en la movilidad de la curva, es la inversión anual variable.

Pero todavía no se ha solucionado el problema de la diferenciación, únicamente se ha determinado que la oferta y la demanda son variables a través del tiempo. Suponiendo que se consume todo lo que se produce no se puede saber si se está midiendo la oferta o la demanda, la identificación se puede lograr haciendo los supuestos necesarios de acuerdo al conocimiento del mercado. Esta diferenciación es el tema del capítulo quinto, en él se comprueba que la demanda medida es mayor que la oferta nacional de energía eléctrica y por tanto se puede afirmar, hasta cierto punto, que se está midiendo la demanda.

CAPITULO III

ESTUDIOS DE DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA

En este capítulo se presentan dos estudios de demanda de energía eléctrica muy interesantes que varían en cuanto al objetivo que persiguen. El primero es un estudio a muy corto plazo que fué presentado como tesis por cinco alumnos de ingeniería; el segundo, se aplica actualmente en CFA por la Gerencia General de Planeación y Programa para realizar cálculos de distribución de redes eléctricas, instalación de subestaciones, etc.

1.- Estudio de Demanda a muy Corto Plazo.

El objetivo principal es definir las técnicas de predicción para conocer de antemano la demanda de energía eléctrica para el Sistema Occidental de la red eléctrica nacional de la CFE y estar en posibilidades de generar la energía en el momento en que se va a consumir minimizando el costo de operación.

La demanda de energía que recibe un sistema eléctrico de potencia varía constantemente, hora tras hora, la predicción a corto plazo se hace para prever estos cambios y poder hacer funcionar con la debida anticipación las plantas generadoras necesarias para cubrir la demanda en cada momento. Mientras mejor sea la predicción menor será la pérdida

de energía por generar en exceso o menor será la falla de servicio por generar menos de lo que se demanda.

Para la predicción toman en cuenta el pasado inmediato de la carga incluyendo los componentes de día a día y hora a hora, es decir, consideran los datos de demanda de energía eléctrica hora tras hora de cada uno de los 366 días de 1972.

Clasifican los datos de los siete días de la semana de acuerdo a la periodicidad en el consumo utilizando la prueba de χ^2 con $N = 23$ grados de libertad con un nivel de confiabilidad de 99.5% que los martes, miércoles, jueves y viernes pertenecen a un grupo común; y los lunes, sábados y domingos, forman grupos independientes. Por medio de un método de filtrado de datos eliminan los días con características anormales como el 1° de enero, 5 de mayo, etc.

Analizan cuatro métodos de predicción de carga llamados:

- a) de Suma de Componentes
- b) Dinámico
- c) de Coeficientes
- d) Espectral

a.- Método de Suma de Componentes.

Este método supone que la carga está formada por la

suma de una componente básica de "tendencia" y una componente "cíclica semanal".

$$Z(i,j) = T(i,j) + S(i,j) \quad (\text{siendo dos tipos de } S(i,j), \text{ una cuando } i = M-6, M-5, \dots, M \text{ y otra para } i = M+1, M+2, \dots).$$

en donde,

$Z(i,j)$ = carga del día i a la hora j

$T(i,j)$ = componente básica de tendencia del día i a la hora j

$S(i,j)$ = componente cíclica semanal del día i a la hora j

$i = 1, 2, 3, \dots$

$j = 1, 2, 3, \dots, 24$

$$T(i,j) = \frac{1}{M} \sum_{k=i-M-1}^i Z(k,j) \quad \text{La componente de tendencia se calcula como el promedio de los } M \text{ últimos días.}$$

$$M = 7n \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

M es un múltiplo de 7 para evitar que intervenga la componente cíclica semanal al efectuar el promedio y determinar la componente de tendencia; n es una constante por definir. La componente cíclica semanal se obtiene (para los días $M-6$ a M) como:

$$S(i,j) = Z(i,j) - T(M,j)$$

$$i = M-6, M-5, \dots, M$$

A partir del día $M+1$ se toma también en cuenta la componente cíclica semanal (del día correspondiente) de la semana

anterior, es decir:

$$S(i,j) = \alpha [Z(i,j) - T(i,j)] + (1-\alpha) S(i-7,j)$$

$i = M+1, M+2, \dots$ $\alpha =$ constante por determinar ($0 < \alpha < 1$).

Finalmente la componente cíclica semanal para los días $M+1$:

$$S(i,j) = S(i-7,j) + \alpha [Z(i,j) - T(i,j) - S(i-7,j)]$$

La predicción de la carga del día $i+1$ se efectúa bajo las suposiciones:

$$T(i+1,j) = T(i,j) \qquad Z(i+1,j) = T(i+1,j) + S(i+1,j)$$

$$S(i+1,j) = S(i-6,j) \qquad Z(i+1,j) = T(i,j) + S(i-6,j)$$

Al efectuar pruebas se utilizaron todas las combinaciones posibles de $n = 1, 3, 5$ con $\alpha = .2, .3, .4, .5$ comparando las predicciones con los datos reales se seleccionó la pareja $n = 1, \alpha = .2$ como la combinación que produce el menor error, medido éste como:

$$E(i) = \sum_{k=1}^{24} [Z_{\text{REAL}}(i,k) - Z_{\text{PRED}}(i,k)]^2$$

dónde:

$Z_{\text{REAL}}(i,k)$ = carga real del día i a la hora k .

$Z_{\text{PRED}}(i,k)$ = carga predicha del día i a la hora k .

b.- Método Dinámico.

Agrega una componenete dinámica al método anterior que representa el "ruido"¹. En éste se reflejan las variaciones en el clima así como el aspecto aleatorio en los hábitos de con-

¹ Se refiere a un ruido blanco de media 0 y desviación estándar uno que representa a los factores aleatorios.

sumo de energía.

La carga se expresa como:

$$Z(i,j) = T(i,j) + S(i,j) + X(i,j)$$

siendo $X(i,j)$ = componente dinámica del día i a la hora j .

Para $n = 1$ y $\alpha = 2$:

$$T(i,j) = \frac{1}{7} \sum_{k=i-6}^i Z(k,j)$$

$$S(i,j) = Z(i,j) - T(7,j) \text{ para } i = 1,2,3,\dots,7$$

$$S(i,j) = X(i-7,j) + .2 \left[Z(i,j) - T(i,j) - S(i-7,j) \right] \text{ para}$$

para $i = 8,9,10,\dots$.

$$X(i,j) = Z(i,j) - T(i,j) - S(i,j) \text{ para } i = 8,9,10,\dots$$

La predicción de la carga se efectúa para el día $i+1$ como:

$$ZPRED(i+1,j) = T(i,j) + S(i-6,j) + XPRED(i+1,j) \text{ en donde:}$$

$ZPRED(i+1,j)$ = Carga predicha del día $i+1$ a la hora j .

$T(i,j)$ = Componente de tendencia del día i a la hora j .

$S(i-6,j)$ = Componente cíclica semanal del día $i-6$ a la hora j .

$XPRED(i+1,j)$ = Componente dinámica predicha para el día $i+1$
a la hora j .

c.- Método de Coeficientes.

La curva de carga del día i se aproxima mediante un polinomio de octavo grado, que ajusta por el método de mínimos cuadrados a la demanda de carga. Los datos con que se cuenta son el conjunto de puntos (t_1, z_1) , $(t_2, z_2), \dots, (t_{24}, z_{24})$, que representan la generación de energía eléctrica durante las 24 horas del día.

anterior, es decir:

$$S(i,j) = \alpha [Z(i,j) - T(i,j)] = (1-\alpha) S(i-7,j)$$

$$i = M+1, M+2, \dots$$

α = constante por determinar ($0 < \alpha < 1$).

Finalmente la componente cíclica semanal para los días $M+1$:

$$S(i,j) = S(i-7,j) + \alpha [Z(i,j) - T(i,j) - S(i-7,j)]$$

La predicción de la carga del día $i + 1$ se efectúa bajo las suposiciones:

$$T(i+1,j) = T(i,j) \qquad Z(i+1,j) = T(i+1,j) + S(i+1,j)$$

$$S(i+1,j) = S(i-6,j) \qquad Z(i+1,j) = T(i,j) + S(i-6,j)$$

Al efectuar pruebas se utilizaron todas las combinaciones posibles de $n = 1, 3, 5$ con $\alpha = .2, .3, .4, .5$ comparando las predicciones con los datos reales se seleccionó la pareja $n = 1, \alpha = .2$ como la combinación que produce el menor error, medido éste como:

$$E(i) = \sum_{k=1}^{24} [ZREAL(i,k) - ZPRED(i,k)]^2$$

dónde:

$ZREAL(i,k)$ = carga real del día i a la hora k .

$ZPRED(i,k)$ = carga predicha del día i a la hora k .

b.- Método Dinámico.

Agrega una componente dinámica al método anterior que representa el ruido. En éste se reflejan las variaciones en el clima así como es aspecto aleatorio en los hábitos de con-

El polinomio de aproximación es de la forma:

$$Z(i) = B_0(i) + B_1(i) t + B_2(i) t^2 + \dots + B_8(i) t^8$$

en dónde:

i = día considerado

$Z(i)$ = Carga del día i

$B_j(i)$ = Coeficientes del polinomio que aproxima la carga en el día i .

$j = 0, 1, 2, \dots, 8$

t = variable tiempo en horas ($0 < t < 24$).

Supone que los coeficientes del polinomio que aproxima la carga del día i son función del día $i-1$, es decir:

$$B(i) - BM(i) = A [B(i-1) - BM(i-1)] + C(i)$$

en dónde:

$B(i)$ = Vector de coeficientes del día i (9×1)

$BM(i)$ = Vector de medias de los coeficientes hasta el día i (9×1).

A = Matriz de la dinámica del sistema (9×9).

$C(i)$ = Vector de términos correspondientes al ruido (9×1).

Para efectuar la predicción se considera que las medias de los coeficientes para el día i y para el día $i+1$ son prácticamente iguales, esto es:

$BM(i+1) = B(i)$ debido a lo cual

$$BPRED(i+1) = BM(i) + A [B(i) - BM(i)]$$

Para encontrar la carga proyectada a partir de los coeficientes predichos basta evaluar el polinomio.

d.- Método Espectral.

La diferencia de este método de predicción es que trabaja con el dominio de la frecuencia. Se transforman los datos disponibles, se analizan los espectros observando su ley de variación, se implementa una rutina de predicción de espectros y se vuelven a transformar los resultados para regresar al dominio del tiempo, con lo que se obtiene la predicción buscada.

Este método es más complicado y laborioso y no se consideró conveniente incluir su procedimiento debido a que no lo utilizaron para pronosticar porque llegaron a la conclusión de que promediar los archivos de frecuencias y luego extrapolar para predecir, produciría a lo más, una exactitud igual a la obtenida por el método de suma de componentes.

Conclusión.- Al efectuar la evaluación mediante cuatro técnicas diferentes para determinar que método produce los mejores resultados se seleccionó el método dinámico por arrojar los más bajos índices de error; pero debido a la gran cantidad de memoria de computadora utilizada para efectuar la predicción y a que los índices de evaluación para los métodos a y b más o menos son los mismos, el método dinámico se considera menos eficiente.

El método de coeficientes arroja resultados deficientes

debido a que requiere un mayor número de datos para la evaluación de los parámetros de proyección, se necesitan los datos de tres o más años. En la transformación de los datos es necesaria la inversión de una matriz de orden 9×9 , y debido a que los valores de los elementos de esta matriz tienen un rango de variación elevado, es necesaria una precisión extraordinaria la cual puede lograrse utilizando una computadora digital adecuada. Si no se cuenta con una máquina de este tipo se recomienda el método de Suma de Componentes.

Comentarios.- Es un trabajo bastante completo y muy laborioso, su conclusión y método seleccionado están bastante apegados a las posibilidades reales con que ellos contaron. Habría que analizar de nuevo, en todo caso, el costo de correr los programas utilizando una computadora más poderosa para facilitar la aplicación del método dinámico que incluye variables climáticas y tiene un índice de error menor.

2.- Estudio de Demanda a Largo Plazo.

A partir de los datos cronológicos de energía en GWH (millones de kilowatthoras), de los diferentes sistemas eléctricos y ajustando una curva exponencial con el método de regresión lineal (tomando en cuenta el período histórico más representativo según las características particulares de la evolución de cada uno de ellos) se obtiene una primera estimación de los pronósticos de energía para un período de 10 años.

Por otra parte, se consideran los programas de desarrollo industrial obtenidos ya sea por solicitudes formales presentadas por las industrias a la Comisión Federal de Electricidad o por encuestas directas realizadas en las diferentes Divisiones de Operación del país. Estos datos sirven para corregir las estimaciones iniciales y obtener finalmente las necesidades totales de energía para el período en estudio.

Con los pronósticos obtenidos de energía necesaria anual y tomando en cuenta la evolución de las pérdidas de energía correspondientes, se determinan los valores esperados de ventas de energía, necesarios para la planeación financiera y presupuestal.

En forma similar se analiza el desarrollo de las dife-

rentes regiones componentes de cada uno de los sistemas. Estas regiones se estudian tanto en su desarrollo normal como en su evolución industrial. Los resultados obtenidos se ajustan para que al integrar las regiones, los valores coincidan con los pronósticos globales del Sistema. Las diferencias obtenidas se catalogan como un conjunto adicional de cargas industriales no definidas.

Pronósticos para el Período 1975-1984:

Sistema Central.

Por tener un alto grado de desarrollo, su tendencia de crecimiento está bastante bien definida por una evolución exponencial tal como sucede en la generalidad de los grandes sistemas de los países desarrollados. La tasa de crecimiento resulta ser de 8% anual, lo cual implica que sus necesidades se duplican cada 9 años.

Sistema Oriental.

Su evolución ha sido bastante irregular debido, por un lado, a un desarrollo industrial acelerado y por otro a que se le han interconectado algunos sistemas aislados (Tampico, Villahermosa, etc.).

Se preve para los próximos años que esta evolución continuará en forma parecida ya que se tienen solicitudes

para la instalación de nuevas industrias y ampliación de otras existentes. Particularmente el crecimiento normal previsto para los años 1977-1980 debido a la presencia de nuevas cargas industriales en la Zona Minatitlán-Coatzacoalcos como son: Complejo Petroquímico La Cangrejara, Aluminio y la posibilidad de otras en la región del Istmo. El crecimiento resultante para el período 1975-1984 resultó ser de 14.8% anual, o sea que las necesidades de energía eléctrica se duplican cada 5 años.

Sistema Occidental.

Se espera un crecimiento medio de 13.4% anual en su energía para el período 1975-1984. Se observa un incremento importante para los años 1976 y 1977 debido fundamentalmente a la introducción del Complejo Siderúrgico Las Truchas.

Sistema Colotlpa-Acapulco.

Se preve una tendencia de crecimiento de 14.5% anual para el período 1975-1984.

Sistema Yucatán.

Se pronostica un crecimiento importante en el año 1975 debido a que entrarán cargas importantes para el Sistema como son el Centro Turístico INFRATUR en Cancún, Q. Roo y ampliaciones de algunas industrias en Mérida, Yucatán. El

crecimiento promedio para el período futuro se espera sea del 14.6% acumulativo anual.

Sistema Palcón-Monterrey.

En 1974 la demanda máxima fué de 670 MW, mientras que en 1973 fué de 612 MW lo que constituye un incremento de 9.5% que se debió fundamentalmente al aumento de las cargas industriales de varias industrias ya establecidas.

La tasa de crecimiento en los últimos 5 años ha sido del orden de un 9.97% y para el futuro se espera un crecimiento medio de 12.9% en el período de 1975-1984.

Sistema Torreón-Chihuahua.

La demanda máxima alcanzó un valor de 433.3 MW en 1974 que en relación con la demanda de 1973, representa un incremento de 21.4%, lo que se considera como alto y fué debido a la entrada casi total de la carga de Peñoles.

La tasa de crecimiento medio del Sistema durante los últimos 8 años ha sido de 11.2% en demanda máxima (incluyendo la carga de Peñoles) y para los próximos 9 años se espera un crecimiento medio de 10.5% en demanda máxima y 10.1% de energía necesaria.

Sistema Sonora-Sinaloa.

En 1975 la demanda se incrementa en un 15% debido a la entrada del "Mineral de Cananea" (30 MW) en su primera etapa y a la instalación de pozos profundos en la zona agrícola Caborca con 15 MW.

El Sistema tiene una tendencia de crecimiento de 14.8%.

Sistema Ciudad Juárez.

Para los próximos nueve años se espera un crecimiento de 10.5% en energía necesaria.

Sistema Tijuana-Mexicali.

La tasa de crecimiento de energía para los próximos 10 años se espera que sea de 9.4%. En el período 1977-1979 se tiene un crecimiento importante en cuanto a demanda y a energía por la entrada de las cargas del acueducto Mexicali Tijuana.

Conclusión.- Se puede decir que los pronósticos de las necesidades de energía eléctrica para la República Mexicana se ajustan a una curva más o menos regular y exponencial, con una tasa de crecimiento de 11.6% anual acumulado, lo que hace que dichas necesidades se dupliquen al cabo de 6.3 años.

Comentarios.- Por su misma ubicación y funciones dentro de la empresa, la Gerencia General de Planeación y Programa (G.G.P.P.) está en posición de prever las demandas de ener-

gía con bastante detalle como ya se observó, es por esto que su pronóstico da una muy buena referencia del tipo de crecimiento que sufre un país que se encuentra en una etapa intermedia de industrialización. El método de pronóstico de demanda no se puede adoptar de los países altamente industrializados debido a que contemplan un crecimiento más estable, más de tendencia.

De este trabajo de la G.G.P.P. se deduce que el elemento clave en el pronóstico de demandas de energía es sin lugar a dudas, el sector industrial, debido a que cada industria de cierta envergadura que se establece influye en gran medida en el consumo de energía eléctrica y por consiguiente en la demanda.

Con fundamento en la importancia relativa del sector industrial cabe hacer resaltar la importancia y la necesidad de llevar a cabo un estudio más a fondo del mismo, en el que se analicen y determinen los insumos de energía por tipo de actividad industrial y las posibilidades de desarrollo de cada una en particular.

CAPITULO IV

PROYECCION DE LA DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA

1.- Antecedentes.

En este capítulo se va a efectuar la proyección de la demanda de energía eléctrica mediante un análisis sectorial. Debido a que no existen datos específicos por sectores económicos, se tomó como fundamento la clasificación de tarifas existentes que se definen según su aplicación a las actividades económicas del usuario.

Los datos históricos se remontan hasta 1962 por ser en enero de ese año la fecha en que mediante un Decreto se unificaron las tarifas en todo el territorio nacional, a partir de entonces la estructura tarifaria se mantuvo hasta mediados de 1973, año en el cual sufrió variaciones que no afectan fundamentalmente el análisis.

A continuación se describe la identificación de cada tarifa con el tipo de servicio asociado con el sector económico del que se le considera parte.

Tarifa 1. Residencial.

Se considera de consumo doméstico.

Tarifa 1A. Servicio Doméstico para Regiones con Verano muy Cálido.

Se considera de consumo doméstico.

Tarifa 2.- Servicio General hasta 40 KW de Carga Conectada.

Se considera eminentemente comercial.

Tarifa 3.- Servicio General para más de 40 KW de Carga Conectada.

Se considera comercial y de industria artesanal.

Tarifa 4.- Servicio para Molinos de Nixtamal.

Se considera industrial.

Tarifa 5.- Servicio para Alumbrado Público.

Se considera de servicio público.

Tarifa 6.- Servicio para Bombeo de Aguas Potables o Negras.

Se considera de servicio público.

Tarifa 7.- Servicio Temporal.

Es muy variable y poco importante.

Tarifa 8.- Servicio General en Alta Tensión.

Se considera industrial.

Tarifa 9.- Servicio para Riego Agrícola.

Exclusivamente rural.

CONSUMO POR SECTOR ECONOMICO

(Miles de KWH)

SECTOR	1962		1963		1964		1965		1966		1967		1968	
	Miles KWH	%	Miles KWH	%	Miles KWH	%	Miles KWH	%	Miles KWH	%	Miles KWH	%	Miles KWH	%
Industrial	4,243,000	50.64	4,866,402	51.50	5,690,723	51.94	6,285,719	52.07	6,970,003	52.24	7,842,038	52.78	8,910,428	53.73
Doméstico	1,418,737	16.94	1,578,572	16.70	1,816,236	16.58	1,970,987	16.33	2,256,216	16.91	2,558,050	17.15	2,803,790	16.91
Comercial	1,427,111	17.03	1,613,277	17.07	1,829,814	16.70	1,991,720	16.50	2,184,714	16.38	2,370,666	15.95	2,591,682	15.63
Gobierno	665,440	7.94	707,461	7.49	819,201	7.48	950,332	7.87	1,051,882	7.88	1,148,756	7.73	1,276,030	7.69
Agrícola	620,693	7.41	680,000	7.20	794,465	7.25	866,721	7.18	872,172	6.54	929,505	6.26	979,255	5.90
Otros	3,439	.04	4,284	.04	6,114	.05	6,621	.05	6,936	.05	19,127	.13	21,695	.13
TOTAL	8,378,440	100	9,449,996	100	10,956,553	100	12,072,100	100	13,341,943	100	14,858,142	100	16,582,880	100

SECTOR	1969		1970		1971		1972		1973		1974		1975	
	Miles KWH	%	Miles KWH	%	Miles KWH	%	Miles KWH	%	Miles KWH	%	Miles KWH	%	Miles KWH	%
Industrial	10,454,235	54.75	11,937,011	55.37	12,899,382	55.20	14,429,132	55.22	15,778,966	55.29	17,909,511	56.31	19,368,012	56.42
Doméstico	3,152,095	16.51	3,582,255	16.61	3,979,667	17.03	4,431,653	16.96	4,930,197	17.28	5,474,445	17.21	6,037,753	17.59
Comercial	2,848,563	14.92	3,111,396	14.43	3,330,139	14.34	3,697,873	14.15	3,942,259	13.81	3,901,687	12.27	4,042,278	11.78
Gobierno	1,422,870	7.43	1,571,685	7.29	1,760,483	7.53	1,923,970	7.36	2,132,115	7.47	2,433,885	7.65	2,589,769	7.54
Agrícola	1,199,360	6.28	1,348,684	6.26	1,372,214	5.87	1,638,646	6.27	1,740,783	6.10	2,068,596	6.50	2,257,162	6.58
Otros	18,064	.09	8,197	.04	7,886	.03	9,119	.04	12,934	.05	19,361	.06	29,701	.09
TOTAL	19,095,277	100	21,559,228	100	23,369,871	100	26,130,395	100	28,537,254	100	31,807,485	100	34,524,677	100

Fuente: Estadísticas de Explotación, Gerencia General de Operación, CFE.

CUADRO 4.2

CONSUMO POR SECTOR ECONOMICO

(Miles de Pesos)

SECTOR	1962		1963		1964		1965		1966		1967		1968	
	Miles de \$	%	Miles de \$	%	Miles de \$	%	Miles de \$	%	Miles de \$	%	Miles de \$	%	Miles de \$	%
Industrial	783,225	36.33	881,392	36.44	1,029,715	36.37	1,156,107	36.78	1,336,124	37.74	1,443,317	37.30	1,653,537	38.09
Domestico	591,121	27.42	667,432	27.60	777,036	27.44	848,816	27.01	967,503	27.33	1,081,761	27.95	1,195,895	27.88
Comercial	589,613	27.35	660,016	27.28	777,099	27.45	859,917	27.36	938,443	26.51	1,021,801	26.41	1,104,810	25.76
Gobierno	89,618	4.16	98,191	4.06	115,610	4.08	133,655	4.25	148,836	4.20	162,398	4.20	184,406	4.31
Agrícola	98,903	4.59	107,355	4.44	126,057	4.45	138,298	4.40	143,149	4.04	152,545	4.04	161,705	3.77
Otros	3,367	.15	4,393	.18	5,956	.21	6,119	.20	6,207	.18	7,775	.18	8,268	.19
TOTAL	2,155,847	100	2,418,779	100	2,831,493	100	3,142,912	100	3,540,262	100	3,869,597	100	4,288,701	100

SECTOR	1969		1970		1971		1972		1973		1974		1975	
	Miles de \$	%	Miles de \$	%	Miles de \$	%	Miles de \$	%	Miles de \$	%	Miles de \$	%	Miles de \$	%
Industrial	1,878,359	38.81	2,113,371	39.14	2,286,886	38.87	2,540,910	38.98	2,914,100	39.46	3,943,061	41.17	4,690,522	42.40
Domestico	1,346,727	27.83	1,529,534	28.53	1,696,511	28.83	1,890,234	29.00	2,171,124	29.39	2,896,165	30.23	3,298,532	29.82
Comercial	1,207,368	24.95	1,311,479	24.29	1,413,412	24.02	1,552,903	23.82	1,702,115	23.04	2,039,879	21.30	2,334,892	21.10
Gobierno	203,917	4.21	221,156	4.10	246,565	4.19	269,900	4.14	301,357	4.08	361,134	3.97	425,577	3.84
Agrícola	194,124	4.01	215,949	4.00	233,034	3.96	255,431	3.92	285,149	3.86	322,981	3.37	289,970	2.62
Otros	9,014	.19	7,893	.14	7,751	.13	9,064	.14	12,338	.17	15,634	.16	23,812	.22
TOTAL	4,839,509	100	5,399,382	100	5,884,279	100	6,516,442	100	7,386,183	100	9,578,854	100	11,063,105	100

Fuente: Estadísticas de Explotación. Gerencia General de Operación. CPE.

- Tarifa 10.- Servicio en Alta Tensión para Reventa.
En trance de desaparición, no se considera dentro de las ventas al detalle.
- Tarifa 11.- Servicio en Alta Tensión para Minas.
Se considera industrial.
- Tarifa 12.- Servicio General para 5,000 KW o más de Demanda Contratada a Tensiones de 66 KV o Superiores.
Se considera industrial.

Agrupando las tarifas por sector económico quedaron:

- Sector Industrial.- Tarifas 8, 11, 12 y 4.
- Sector Doméstico.- Tarifas 1 y 1A.
- Sector Comercial.- Tarifas 2 y 3.
- Sector Agrícola.- Tarifa 9.
- Sector Gobierno.- Tarifas 5 y 6.
- Sector Otros.- Tarifa 7.

Para evaluar la influencia que cada tipo de servicio tiene en relación al total y en consecuencia hacer la proyección tomando en cuenta los más importantes en cuanto al valor de consumo en KWH y en pesos, se incluyen los cuadros 4.1 y 4.2. En éstos se observa que los sectores más importantes en cuanto a consumo en KWH y en pesos son el industrial, en primer lugar, le siguen el doméstico y el comer-

cial. El sector gobierno y el sector agrícola mantienen su proporción a través de los años, mientras que el sector industrial y el doméstico han aumentado su consumo relativo más o menos continuamente al contrario del sector comercial, que lo ha disminuído.

Para tener una visión breve y conjunta de las proporciones que mantiene cada sector se incluye el cuadro 4.3, en el cual se observan los consumos promedio anuales.

CUADRO 4.3

CONSUMO PROMEDIO ANUAL POR SECTOR ECONOMICO (%)

Consumo	S E C T O R						Total
	Ind.	Dom.	Com.	Gob.	Agr.	Otros	
en KWH	53.62	16.86	15.32	7.60	6.54	.06	100
en \$	38.11	28.17	25.35	4.14	4.06	.17	100

Fuente: Cuadros 4.1 y 4.2

Además de la apreciación de las proporciones, la razón por la cual se diferenciò la evaluación del consumo en KWH y en \$ fué para demostrar en cierta forma lo ya mencionado en la primera parte del segundo capítulo, es decir, que la reglamentación de los precios de la energía varía en función del sector económico de que se trate. Así, se nota que los sectores industrial, gobierno y agrícola, consumen una mayor

proporción en KWH de la que ingresan a la CFE por concepto de pago de servicios; en cambio, los sectores doméstico, comercial y otros consumen, en promedio, una menor proporción en KWH de la que ingresan a la CFE.

Del cuadro anterior se deduce que, en promedio, los sectores industrial, doméstico y comercial comprenden el 85.8% del total de KWH consumidos en el país y el 91.63% del total de ingresos por venta de energía eléctrica. Por esta razón, para efectuar el estudio de demanda se tomarán individualmente los tres sectores principales ya mencionados y todos los demás se englobarán en el renglón "Otros", al que también se le agregarán los consumos de ventas en bloque (tarifa 10) y consumo de emergencia cuyo contenido se explicará más adelante.

Los pasos seguidos para llevar a cabo la proyección de la demanda de energía eléctrica fueron:

A) Definición de los sectores económicos.

Este paso se detalla en la primera parte del Capítulo y de acuerdo a ella se clasifica el sector industrial, comercial, doméstico y otros.

B) Definición de las variables que se presupone influyen en el consumo de energía eléctrica según el sector.

Los orígenes y las razones para incluir las variables se proporcionan según se vaya tratando cada sector.

C) Alimentación de datos a la computadora.

Una vez definidas las variables y obtenida la información acerca de ellas, se procesó la misma en una computadora PDP-1150 con memoria de 80 K-bytes por medio de una terminal LA-36. Se utilizó un programa de biblioteca para regresión y correlación múltiple.

D) Análisis de resultados y determinación de las ecuaciones de demanda de cada sector.

Al efectuar el estudio de los resultados arrojados por la computadora se tomaron en consideración los coeficientes de correlación, el error estándar de estimación, y mediante análisis de varianzas con las pruebas F y t de Student se escogieron las ecuaciones que, según los requerimientos estadísticos, representan mejor la demanda de energía eléctrica.

E) Realización del pronóstico por cada sector.

Se efectuaron los pronósticos hasta 1990 con las funciones de demanda de cada sector según fueron determinadas en el paso anterior.

F) Composición del pronóstico global.

El pronóstico global es sencillamente la suma de las demandas parciales anuales obtenidas en el punto E.

2.- Sector Industrial.

Para explicar el consumo de energía eléctrica del sector industrial se consideraron las variables de precio, valor del producto interno bruto (PIB) industrial y tiempo; además se estudiaron otras variables que pudieran explicar el consumo de energía como el coeficiente de electrificación industrial (analizado en la segunda parte del primer capítulo), el que, por haberse obtenido dividiendo los miles de KWH entre el número de obreros industriales, no se pudo utilizar como variable exógena por tener en el numerador a la variable dependiente. También se intentó obtener una medida de la mecanización industrial comparando el crecimiento de la potencia conectada con el crecimiento del número de obreros industriales, pero no existen datos confiables sobre potencia conectada; así que se trabajó la regresión múltiple haciendo al consumo de energía eléctrica del sector industrial una función del tiempo, valor del PIB industrial y del precio.

El tiempo se introdujo como variable de tendencia, el valor del PIB industrial se incluyó debido a la evidente relación que existe entre lo producido y lo insumido en energía y el precio promedio anual, obtenido de dividir el total facturado entre el número de KWH vendidos al sector industrial, para probar la hipótesis de que el precio es una

de las variables que influye en el consumo de energía, en el cuadro 4.4 se exponen los datos tal como se introdujeron a la computadora.

Se obtuvieron 7 ecuaciones de regresión diferentes con sus respectivos indicadores estadísticos, algunos de los cuales son incluidos en el cuadro 4.5. Se procedió a seleccionar la ecuación que mejor explica el consumo de energía del sector mediante una serie de pruebas t . La ecuación seleccionada fué la número 2 del cuadro 4.5, que explica el consumo del sector sólo en función del PIB industrial. Esta ecuación, además, es la que posee el más alto coeficiente de correlación y el menor error estándar de estimación y es innegable la influencia real que el PIB industrial tiene sobre la demanda de energía.

Volviendo al examen de la ecuación seleccionada, al revisar el comportamiento de los residuos en lo que se refiere a la homocedasticidad no muestran un patrón de comportamiento definido, por lo que se puede decir que no existe; pero en lo que respecta a autocorrelación de errores, el coeficiente de Durbin y Watson la señaló positiva.

Se procedió a eliminar la autocorrelación por medio del

método iterativo¹, obteniendo finalmente la ecuación para el sector industrial como sigue:

$$D_{SI} = - 5068 + .1471X_2$$

(-4.14) (16.0)

siendo:

D_{SI} = Demanda del sector industrial

X_2 = Valor del PIB industrial.

A partir de esta ecuación y estimando los valores de X_2 a 1990 mediante una función exponencial se obtuvieron los pronósticos de consumos de energía eléctrica para el sector por año, mismos que se muestran en el cuadro 4.6 y en los que se observa que la demanda de energía eléctrica se duplicará cada siete años manteniendo un incremento anual promedio de 9.9%.

¹El método estadístico utilizado para eliminar la autocorrelación de errores fué:

- a) Utilizar los residuos (la variación no explicada) de la ecuación seleccionada para obtener estimaciones de ρ , digamos $\hat{\rho}$, de primera vuelta, dado por:

$$\hat{\rho} = \frac{\sum \hat{e}_t \hat{e}_{t-1}}{\sum \hat{e}_{t-1}^2} \quad (t = 2, 3, \dots, n)$$

- b) Construir variables nuevas $(Y_t - \hat{\rho}Y_{t-1})$ y $(X_t - \hat{\rho}X_{t-1})$ y con ellas obtener estimaciones ordinarias por mínimos cuadrados de:

$$(Y_t - \hat{\rho}Y_{t-1}) = \alpha^* + (X_t - \hat{\rho}X_{t-1}) + u_t$$

dónde $\alpha^* = \alpha(1 - \hat{\rho})$. Estas estimaciones de segunda vuelta que pueden ser llamadas $\hat{\alpha}$ y $\hat{\beta}$, llevan a una "segunda estimación" de residuos $\hat{\hat{e}}_1, \hat{\hat{e}}_2, \dots, \hat{\hat{e}}_n$ (calculadas como $\hat{\hat{e}}_t = Y_t - \hat{\alpha} - \hat{\beta}X_t$). Esta última utilizada para obtener una nueva estimación de ρ :

$$\hat{\hat{\rho}} = \frac{\sum \hat{\hat{e}}_t \hat{\hat{e}}_{t-1}}{\sum \hat{\hat{e}}_{t-1}^2} \quad (t = 2, 3, \dots, n)$$

- c) Construir nuevas variables $(Y_t - \hat{\hat{\rho}}Y_{t-1})$ y $(X_t - \hat{\hat{\rho}}X_{t-1})$ y proceder como el paso b.

DATOS DEL SECTOR INDUSTRIAL PARA EL PROGRAMA DE REGRESION MULTIPLE

X_0	X_1	X_2	X_3
Consumo (KWH)	Tiempo	Valor del PIB Industrial (Millones de Pesos, 1962=100)	Precio (¢/KWH)
4,243	1	51,402	18.46
4,866	2	58,233	17.91
5,691	3	66,572	17.33
6,286	4	73,407	17.42
6,970	5	81,847	18.28
7,842	6	89,559	16.72
8,910	7	98,936	16.24
10,454	8	108,124	15.21
11,937	9	114,580	13.97
12,899	10	118,068	13.58
14,429	11	132,132	12.98
15,779	12	136,894	12.21
17,910	13	152,940	13.82
19,368	14	165,275	15.90

X_0 = Variable dependiente. X_1 , X_2 , X_3 = variables independientes.

Las cifras del Valor del PIB Industrial fueron tomadas de los Informes del Banco de México, se deflataron utilizando el índice de precios al mayoreo de la Cd. de México de 1954 como vertice a 1962 (Apéndice A).

El precio por KWH se obtuvo de dividir el total facturado entre el número de KWH vendidos y deflactado según el índice de precios de la energía eléctrica y el índice de precios nominales anteriormente. Apéndice B y Cuadros 4.1 y 4.2.

El tiempo comprende de 1962 a 1975.

El consumo se obtuvo del Cuadro 4.1.

RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LA APLICACIÓN DE REGRESIÓN MÚLTIPLE A LOS DATOS DEL SECTOR INDUSTRIAL

Número de Regresión	C O E F I C I E N T E S		E N T E S β_3 (Precio)	Coeficiente de Correlación	Error Estándar de Estimación
	Constante α	β_1 (Tiempo)				$\beta_2$ (Valor del PIB Ind.)
1	1782.71 (3.82)	1167.86 (21.3)		.985961	826.46
2	-3825.11 (-7.3)		.138909 (28.7)	.992188	617.46
3	39863.8 (6.00)			.768989	3164.1
4	-4863.53 (-2.18)	-221.92 (-4.48)	.165041 (3.02)	.991651	638.26
5	-1959.3 (-.53)	1250.11 (12.9)		.986019	824.76
6	-2564.09 (-.90)		.136054 (16.6)	.99163	639.06
7	-2436.09 (-.89)	-1040.94 (-1.4)		.99237	610.26

La ecuación seleccionada fue la número 2: $D_{SI} = -3825.11 + .138909X_2$. A esta ecuación se le aplicó el tratamiento estadístico para eliminar la autocorrelación de errores y en su forma final quedó: $D_{SI} = -5068 + .1471X_2$ con valores de t iguales a -4.14 y 16.0 respectivamente.

Nota: Las cantidades en paréntesis equivalen a la t de Student del término constante y de los coeficientes según el caso.

CUADRO 4.6PRONOSTICO DE DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA DEL
SECTOR INDUSTRIAL

Año	Valor del PIB Industrial Estimado ¹ (Millones de Pesos)	Demanda Futura de Energía Eléctrica (GWh)
1976	180,791	21,526
1977	196,339	23,813
1978	213,246	26,300
1979	231,607	29,001
1980	251,551	31,935
1981	273,183	35,117
1982	296,707	38,578
1983	322,256	42,336
1984	350,004	46,418
1985	380,104	50,845
1986	412,384	55,594
1987	448,382	60,839
1988	486,991	66,563
1989	528,871	72,729
1990	574,411	79,428

¹La estimación fué hecha mediante la transformación logarítmica de los datos en su valor real del PIB industrial de 1955 a 1975 y ajustando a éstos una función lineal, de hecho se trata de una función exponencial (Apéndice C). La ecuación de regresión múltiple utilizada fué: $D_{SI} = - 5068 + .1471X_2$.

3.- Sector Doméstico.

Se trabajó la regresión múltiple con cuatro variables independientes que son: tiempo, ingreso per cápita, precio e índice de urbanización. Se sabía de antemano que se estaban dejando fuera los datos de consumo de energía por estratos de ingreso que probablemente, si se tuvieran, podrían hacer que el pronóstico de demanda de este sector fuese más exacto.

El tiempo se introdujo como variable de tendencia; el ingreso per cápita, porque los ingresos influyen en forma determinante en el gasto familiar dentro del cual se encuentra el gasto en energía eléctrica; el precio, para aceptar o rechazar la hipótesis de que influye en la demanda; y el índice de urbanización, porque se cree que en el caso de México la emigración del campo a las ciudades trae como consecuencia un aumento en el consumo de energía.

En el cuadro 4.7 se presentan los datos en el orden en que fueron alimentados a la computadora. Se obtuvieron 15 ecuaciones de regresión, mismas que se muestran en el cuadro 4.8 con algunos de los indicadores estadísticos que se utilizaron para efectuar la selección de la mejor de ellas.

Al analizar estos datos se observó que las ecuaciones número 9 y número 5 se mantenían con los más altos valores t

en todos sus coeficientes, con errores estándar de estimación de los más bajos, con coeficientes de correlación bastante altos y con el estadístico de autocorrelación de errores negativo.

Se seleccionó la ecuación 5 por ser ligeramente superior su coeficiente de correlación y sus valores t e inferior su error estándar de estimación. Además creo que el índice de urbanización, que es una de las variables de la ecuación 9, pudo haber sido importante en el pasado y por eso se refleja en la misma; pero actualmente debido a la electrificación rural, a la que se hizo mención en la segunda parte del primer capítulo, ya no es un factor determinante de las variaciones en la demanda de energía, sobre todo en lo que a largo plazo se refiere.

En cuanto a la homocedasticidad se determinó que no es un problema porque los residuos no muestran un patrón de comportamiento regular. En lo que respecta a la multicolinealidad, si es alta, pero los valores de las t no son bajos.

La ecuación representativa de la función consumo de este sector quedó:

$$D_{SD} = 7726.9 + 704.69X_1 - 1.52X_2$$

(5.37) (9.8) (-4.9)

siendo:

X_1 = Tiempo

X_2 = Ingreso per cápita.

En el cuadro 4.9 se incluyen los consumos pronosticados obtenidos a partir de la ecuación descrita. Los resultados indican que la demanda ejercida por el sector doméstico casi se va a duplicar en 15 años, lo que tal vez se deba a que la elasticidad ingreso del consumo de energía eléctrica del sector doméstico de 1962 a 1975 fué de 4.59 en promedio, es decir, que por cada unidad de aumento en el PIB per cápita, hay un aumento en la cantidad consumida de cuatro unidades y media de energía (ver Apéndice D).

DATOS DEL SECTOR DOMESTICO PARA EL PROGRAMA DE REGRESION MULTIPLE

X_0 Consumo (KWH)	X_1 Tiempo	X_2 PIB per cápita (Paises 1962 = 100)	X_3 Precio (¢/KWH)	X_4 Indice de Urbanización
1,419	1	4,622	41.66	52.3
1,579	2	4,946	41.81	53.1
1,816	3	5,418	40.98	53.9
1,971	4	5,599	40.80	54.7
2,256	5	5,943	40.89	55.5
2,548	6	6,103	38.59	56.3
2,804	7	6,411	37.79	57.1
3,152	8	6,680	36.17	57.9
3,582	9	6,808	33.72	58.6
3,980	10	6,853	32.65	59.2
4,432	11	7,295	31.45	59.8 [#]
4,930	12	7,364	29.12	60.8 [#]
5,474	13	7,622	33.22	61.6 [#]
6,038	14	7,659	35.67	62.4

X_0 = Variable dependiente. X_1, X_2, X_3, X_4 = Variables independientes.

El PIB per cápita se obtuvo de dividir el PIB a precios de 1962 entre la población total (Apéndice F).

El precio por KWH se obtuvo de dividir el total facturado entre el número de KWH vendidos (Cuadros 4.1 y 4.2) y deflactado según el índice de precios de la energía eléctrica y el índice de precios al mayor de la Cd. de México de 1954 reconvertido a 1962 (Apéndice A y B).

El índice de urbanización se obtuvo del cuadro 1.2 "Población Urbana y Rural" de la Economía Mexicana en Cifras. Nacional Financiera, S.A.

El consumo se obtuvo del cuadro 4.1.

[#] Estimados según regresión lineal (Apéndice E).

RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LA APLICACION DE REGRESION MULTIPLE A LOS DATOS DEL
SECTOR DOMESTICO

Número de Regresión	C O E F I C I E N T E S		E S	Coeficiente de correlación	Error Estándar de estimación
	α Constante	β_1 (Tiempo)				$\beta_2$ (PIB per cápita)	$\beta_3$ (Precio)	$\beta_4$ (I. de Urb.)
1	643.45 (4.20)	352.12 (19.6)		.983401	271.43
2	-6021.26 (-7.0)		1.4584 (10.9)	.94926	470.46
3	14068.6 (6.6)			.811373	874.42
4	-22993.3 (-15.9)			.980902	290.97
5	7726.9 (5.37)	704.69 (9.8)	-1.5246 (-4.9)	.994392	158.21
6	-1220.3 (-.79)	389.86 (10.88)		.984025	266.32
7	43893.3 (1.16)	994.39 (1.78)		.983832	267.91
8	-6218.65 (-1.5)		1.4706 (5.20)	.944525	491.32
9	-40487.0 (-9.04)		-1.5995 (-4.0)	.991553	194.03
10	25909.5 (-6.17)			.980149	296.59
11	6164.84 (3.37)	717.69 (10.37)		.994939	150.32
12	13844.3 (.570)	790.69 (2.26)	-1.4673 (-5.0)	.993869	165.40
13	72960.6 (2.06)	1537.07 (2.80)		.987798	232.97
14	-40911.6 (-6.19)			.99076	202.89
15	35158.2 (1.44)	1141.16 (3.16)	-1.2952 (-4.0)	.995146	147.21

1 La ecuación seleccionada fué la número 5: $D_{GD} = 7726.9 + 704.69X_1 - 1.5246X_2$.

Nota: Las cantidades en paréntesis equivalen a la t de Students del término constante y de los coeficientes según el caso.

CUADRO 4.9PRONOSTICO DE DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA DEL
SECTOR DOMESTICO

Año	Tiempo	PIB per Cápita Estimado ¹	Demanda Futura de Energía Eléctrica (GWH)
1976	15	7,977	6,172
1977	16	8,190	6,553
1978	17	8,403	6,934
1979	18	8,616	7,315
1980	19	8,829	7,696
1981	20	9,042	8,078
1982	21	9,255	8,457
1983	22	9,468	8,839
1984	23	9,681	9,220
1985	24	9,893	9,603
1986	25	10,106	9,983
1987	26	10,319	10,364
1988	27	10,532	10,745
1989	28	10,745	11,126
1990	29	10,958	11,507

¹ La estimación fué hecha ajustando los datos del PIB per cápita de 1953 a 1975 a una curva de tipo $Y = A + (B + X)$ con un coeficiente de correlación de .9931 (Apéndice G).

La ecuación de regresión múltiple utilizada fué: $D_{SD} = 7726.9 + 704.69X_1 - 1.52X_2$
siendo X_1 = tiempo, X_2 = PIB per cápita.

3.- Sector Comercial.

En este sector se trabajó con tres variables exógenas que son tiempo, valor del producto interno bruto del sector y precio. La primera variable, tiempo, se introdujo como tendencia; el valor del PIB comercial y el precio, para comprobar si existe o no una relación entre ellos y el consumo de energía en el sector.

En el cuadro 4.10 se muestran los datos tal como entraron a la computadora y el cuadro 4.11 indica algunos de los resultados utilizados para el análisis.

Al efectuar el estudio estadístico de las 7 ecuaciones, se determinó que la ecuación de la curva que mejor se ajusta a la información es la ecuación 5 que está integrada por las variables de tiempo y precio. Dicha ecuación tiene el mayor coeficiente de correlación, el menor error estándar de estimación, el coeficiente de Durbin y Watson indica que no hay autocorrelación de errores, no tiene homocedasticidad porque los residuos no muestran un patrón de comportamiento regular y con respecto a la multicolinealidad se puede decir que es alta pero los valores de las t son altos también. En este caso, se consideró la posibilidad de seleccionar la ecuación 1 porque su coeficiente de correlación es alto y también incluye a la variable tiempo, con la diferencia de que ésta es la única variable independiente con un alto valor de t . Pero

la ecuación 1 tiene la desventaja de que posee autocorrelación de errores. Al realizar la prueba estadística¹ que corrige al coeficiente de determinación, según el número de variables y los grados de libertad, a la ecuación 1 y a la 5 ésta última mantuvo su coeficiente de correlación más elevado confirmando estadísticamente su selección.

La ecuación quedó como sigue:

$$D_{SC} = 2426.38 + 192.17X_1 - 29.71X_3$$

(10.5) (34.6) (-5.5)

siendo:

X_1 = Tiempo

X_3 = Precio

Como ya se habrá notado, este ha sido el único sector en el cual el precio ha influido en forma determinante sobre el consumo, por tanto se procedió a obtener la elasticidad precio de la demanda que en promedio resultó ser de -1.81 (ver Apéndice H), lo que quiere decir que por cada disminución en el precio de la energía eléctrica de una unidad, hay un aumento promedio en la demanda de 1.8 unidades.

En el cuadro 4.12 se describen los consumos pronosticados de energía eléctrica hasta 1990 con base en la ecuación elegida.

¹ La fórmula estadística utilizada fué: $\bar{R}^2 = R^2 - \left[\left(\frac{K-1}{n-K} \right) (1 - R^2) \right]$ siendo:

\bar{R}^2 = Coeficiente de determinación corregido.

R^2 = Coeficiente de determinación de la ecuación.

K = Total de variables (dependiente e independientes)

n = tamaño de la muestra.

DATOS DEL SECTOR COMERCIAL PARA EL PROGRAMA DE REGRESIÓN MULTIPLE

X ₀ Consumo (GWH)	X ₁ Tiempo	X ₂ Valor del PIB Comercial (Millones de Pesos, 1962=100)	X ₃ Precio (\$/KWH)
1,427	1	51,925	41.32
1,613	2	57,357	40.45
1,830	3	68,669	40.68
1,992	4	71,474	40.90
2,185	5	79,999	40.96
2,371	6	82,111	39.18
2,592	7	89,367	37.77
2,849	8	95,990	35.90
3,111	9	100,751	33.28
3,350	10	104,700	32.31
3,697	11	112,610	30.96
3,942	12	118,931	28.55
3,902	13	133,013	32.83
4,042	14	137,637	37.92

X₀ = Variable dependiente. X₁, X₂, X₃ = variables independientes.

Las cifras del valor del PIB comercial fueron tomadas de los Informes del Banco de México, se deflactaron utilizando el índice de precios al mayoreo de la Cd. de México de 1954 reconvertido a 1962.

El precio por KWH se obtuvo de dividir el total facturado entre el número de KWH vendidos (Cuadros 4.1 y 4.2), se deflactó según el índice de precios de la energía eléctrica y el índice de precios mencionado en el párrafo anterior.

El tiempo comprende de 1962 a 1973.

El consumo se obtuvo del Cuadro 4.1.

CUADRO 4.11

RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LA APLICACION DE REGRESION MULTIPLE A LOS DATOS DEL SECTOR COMERCIAL

Número de Regresión	C O E F I C I E N T E S		E S	Coeficiente de Correlación	Error Estándar de Estimación
	(Constante)	(Tiempo)				(Valor del PIB Com.)	(Precio)
1	1156.49 (21.4)	216.31 (34.05)		.994436	95.816
2	- 360.26 (-2.09)		.033687 (18.9)	.982304	170.35
3	9250.85 (7.53)			.822363	517.50
4	1979.50 (5.10)	329.71 (6.18)	-.017961 (-2.14)	.995715	84.11
5	2426.38 (10.5)	192.17 (34.6)		.998391	51.58
6	2084.06 (5.9)		.027550 (23.5)	.996562	75.36
7	2385.49 (8.9)	173.76 (3.4)	-.002670 (.363)	.998253	53.74

La ecuación seleccionada fue la número 5: $D_{SC} = 2426.38 + 192.17X_1 - 29.71X_3$

¹ Nota: Las cantidades en paréntesis equivalen a la razón t de Student del término constante y de los coeficientes según el caso.

CUADRO 4.12PRONOSTICO DE DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA DEL
SECTOR COMERCIAL

Año	Tiempo	Precio ¹ (¢/KWH)	Demanda Futura de Energía Eléctrica (GWH)
1976	15	30.00	4,326
1977	16	30.00	4,487
1978	17	30.00	4,647
1979	18	30.00	4,807
1980	19	30.00	4,967
1981	20	30.00	5,128
1982	21	30.00	5,288
1983	22	30.00	5,448
1984	23	30.00	5,608
1985	24	30.00	5,769
1986	25	30.00	5,929
1987	26	30.00	6,089
1988	27	30.00	6,249
1989	28	30.00	6,410
1990	29	30.00	6,570

¹ Se supuso que el precio se va a mantener en valor real a través de los 15 años considerados.

La ecuación utilizada fué: $D_{SC} = 2426.38 + 192.17X_1 - 29.71X_2$

siendo X_1 = tiempo, X_2 = precio.

5.- Sector Otros.

En este sector se consideraron todos los renglones de consumo de energía eléctrica no tomados en cuenta por los sectores anteriores.

En el cuadro 4.13 se incluyen las cifras por cada uno de los conceptos, en este caso se trabajó a nivel de MWH (miles de KWH) debido a que algunas cifras no alcanzaban el nivel de GWH (millones de KWH).

La primera columna del cuadro 4.13 contiene los datos de las tarifas 5, 6, 7 y 9 que por las razones expuestas al inicio de este capítulo no se asignaron a un sector en especial. En la segunda columna se introdujo la energía vendida en bloque a otras empresas (tarifa 10); y por último, en la tercera columna interviene la energía generada de emergencia que consiste en los consumos de energía generada por las plantas propias de las empresas tales como industria pesada, hospitales, etc.

Con la información anterior se procedió a obtener la estimación de crecimiento del consumo del sector con respecto al tiempo, misma que se muestra en el cuadro 4.14.

Los resultados obtenidos indican que este sector probablemente triplicará su demanda en los 15 años considerados.

CONFORMACION DEL SECTOR OTROS
(MWH)

Año	Consumo ¹ por Tarifas 5, 6, 7 y 9	Energía Vendida en Bloque ¹	Consumo de Energía de Emergencia ²	Consumo Total Sector Otros
1962	1,289,572	317,878	2,500,000 [#]	4,107,450
1963	1,391,745	290,167	2,680,000	4,280,912
1964	1,719,780	108,692	2,867,000	4,595,472
1965	1,823,674	44,796	3,016,000	4,884,470
1966	1,931,010	46,844	3,110,000	5,087,854
1967	2,097,388	74,779	3,196,000	5,368,167
1968	2,276,980	92,294	3,340,000	5,709,274
1969	2,640,294	117,267	3,306,000	6,063,561
1970	2,928,566	123,911	3,408,000	6,460,477
1971	3,140,683	119,214	3,634,000	6,893,897
1972	3,571,735	109,274	3,862,000	7,543,009
1973	3,885,832	114,837	3,911,000	7,911,669
1974	4,521,842	198,332	4,102,000	8,822,174
1975	4,876,632	290,039	4,102,000	9,187,671

¹ Datos obtenidos de Industria Eléctrica Nacional, Estadística de Explotación 1962-1970, 1968-1974, 1975.

² Datos obtenidos del Boletín "Algunos Datos sobre la Industria Eléctrica Nacional" publicado por el Gerencia General de Operación, Subgerencia Comercial, 1962-1975.

[#] Estimado.

CUADRO 4.14PRONOSTICO DE DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA DEL SECTOR OTROS

Año	Demanda Futura de Energía Eléctrica (MWH)
1976	10,044
1977	10,861
1978	11,755
1979	12,729
1980	13,788
1981	14,937
1982	16,181
1983	17,523
1984	18,969
1985	20,522
1986	22,187
1987	23,970
1988	25,874
1989	27,903
1990	30,063

La estimación de demanda se obtuvo a partir del ajuste de una curva polinomial de 2º grado a los datos del Cuadro 4.13 con un coeficiente de correlación de .9985 y un error estándar de estimación de Y de 96.9593.

Con el objeto de resumir los resultados obtenidos en los diferentes sectores con relación a las pruebas de hipótesis planteadas en la Introducción, a continuación se presenta el siguiente esquema.

Sector	Hipótesis H_0 = Estas variables influyen en el consumo		
	Valor del PIB del Sector	Precio del Sector	PIB per Capita Sector Doméstico
Industrial	Se acepta	Se rechaza	
Comercial	Se rechaza	Se acepta	
Doméstico		Se rechaza	Se acepta

6.- Proyección Global por Sectores Económicos.

Como ya se indicó al principio del Capítulo, este paso consiste en agregar las cantidades estimadas para cada sector por año, obteniendo un total que va a representar la demanda global estimada.

En el cuadro 4.15 se obtienen dichas cantidades cuyo análisis lleva a prever un incremento anual promedio de 8.3% y por consiguiente un aumento en la demanda de energía para 1990 con respecto a 1975 de más o menos el triple.

PRONOSTICO GLOBAL DE DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA BASADO EN ESTIMACIONES POR SECTOR ECONOMICO

(GWH)

Año	Sector Industrial	Sector Doméstico	Sector Comercial	Sector Otros	Demanda Estimada Total ¹
1976	21,526	6,172	4,418	10,044	42,160
1977	23,814	6,553	4,610	10,861	45,837
1978	26,301	6,934	4,802	11,755	49,792
1979	29,001	7,315	4,994	12,729	54,040
1980	31,935	7,696	5,186	13,788	58,605
1981	35,117	8,078	5,378	14,937	63,510
1982	38,578	8,457	5,571	16,181	68,787
1983	42,336	8,839	5,763	17,523	74,460
1984	46,418	9,220	5,955	18,069	80,561
1985	50,845	9,602	6,147	20,522	87,117
1986	55,594	9,983	6,339	22,137	94,103
1987	60,889	10,364	6,532	23,670	101,754
1988	66,568	10,745	6,724	25,874	109,911
1989	72,729	11,126	6,916	27,903	118,674
1990	79,428	11,507	7,108	30,063	128,106

Datos del Sector Industrial obtenidos del Cuadro 4.6.

Datos del Sector Doméstico obtenidos del Cuadro 4.9.

Datos del Sector Comercial obtenidos del Cuadro 4.12.

Datos del Sector Otros obtenidos del Cuadro 4.14.

¹ Con estos datos se obtiene la Curva II de la Gráfica 4.1.

7.- Pronóstico Global Según la Tendencia.

Para obtener el pronóstico global se tomaron en cuenta los datos de consumo de energía eléctrica de cada sector agregados por año. En el Cuadro 4.16 se observan desglosados en la forma descrita, habiéndose tomado para la regresión los datos de la primera y última columnas.

Se seleccionó un pronóstico cuyos resultados fueron dados ajustando a la información un polinomio de segundo grado. El incremento acumulado anual es de 7.09%.

DATOS CONSIDERADOS PARA EL PRONOSTICO DE LA DEMANDA SEGUN LA TENDENCIA

Año	CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA (GWH)				Total
	Sector Industrial	Sector Doméstico	Sector Comercial	Sector Otros	
1962	4,243	1,419	1,427	4,107	11,196
1963	4,866	1,579	1,613	4,280	12,388
1964	5,691	1,816	1,830	4,595	13,932
1965	6,286	1,971	1,992	4,884	15,133
1966	6,970	2,256	2,185	5,088	16,499
1967	7,842	2,548	2,371	5,368	18,129
1968	8,910	2,804	2,592	5,709	20,015
1969	10,454	3,152	2,849	6,063	22,518
1970	11,937	3,582	3,111	6,460	25,090
1971	12,899	3,980	3,350	6,894	27,123
1972	14,429	4,432	3,697	7,543	30,101
1973	15,779	4,930	3,942	7,912	32,563
1974	17,910	5,474	3,902	8,822	36,108
1975	19,368	6,038	4,042	9,188	38,636

Los datos del Sector Industrial, Doméstico y Comercial fueron obtenidos del Cuadro 4.1.

Los datos del Sector Otros provienen del Cuadro 4.13.

CUADRO 4.17PROYECTOS DE DEMANDA GLOBAL SEGUN LA TENDENCIA

Año	Demanda Futura de Energía Eléctrica ¹
1976	42,287
1977	45,825
1978	49,540
1979	53,431
1980	57,499
1981	61,744
1982	66,165
1983	70,763
1984	75,537
1985	80,488
1986	85,616
1987	90,920
1988	96,401
1989	102,058
1990	107,892

La estimación de demanda fué obtenida ajustando los datos del Cuadro 4.15 a un polinomio de 22 grado con un índice de determinación de .999307 y un error estándar de estimación de 257.28.

¹ Con estos datos se obtiene la Curva I de la Gráfica 4.1.

8.- Comparación entre los Diferentes Pronósticos.

Comparando el pronóstico según la tendencia con el pronóstico por sectores económicos se observa que el primero es menor porque contempla un crecimiento del 7.09% mientras que el segundo es de 8.3%, hablando en términos de incremento promedio anual acumulado. En la gráfica 4.1 se observan los dos pronósticos (Curvas I y II respectivamente) y en ella se puede apreciar la diferencia.

También en esta gráfica se incluyen el pronóstico de demanda basado en los consumos históricos registrados por tarifas de ventas al detalle de la Gerencia General de Planeación y Programa (Curva IIIH) y de la Gerencia General de Estudios Económicos (Curva IV), ambas pertenecientes a la Comisión Federal de Electricidad. Las dos curvas casi coinciden entre sí. Los datos correspondientes a los dos pronósticos están contenidos en el cuadro 4.18. El pronóstico de la G.G.E.E. lo hicieron suponiendo un crecimiento del PNB de 7.7%.

Si comparamos las curvas III y IV con la obtenida por sectores económicos (Curva II), se ve que ésta última es más alta debido a que toma en cuenta no solo tarifas de ventas al detalle sino consumo de emergencia y el consumo derivado de las ventas en bloque a otras empresas.

CUADRO 4.18

PRONOSTICOS DE DEMANDA DE C.F.E. (GWH)

Año	Tendencia Histórica ¹ (G.G.P.P.)	Desarrollo Ind. Importante (G.G.P.P.)	Total (G.G.P.P.) ²	Total (G.G.E.E.) ³
1975	35,473	403	35,876	35,306
1976	38,977	1,760	40,737	38,388
1977	42,660	3,861	46,521	41,900
1978	46,336	5,475	51,811	45,501
1979	50,339	9,062	59,401	49,555
1980	54,566	11,680	66,236	53,970
1981	59,322	13,595	72,917	58,508
1982	64,432	15,913	80,345	63,460
1983	69,865	18,619	88,484	68,951
1984	76,054	21,276	97,330	75,015
1985	82,746	25,972	108,718	81,616
1986	90,028	31,410	121,438	88,799
1987	97,951	37,695	135,646	96,613
1988	106,570	44,946	151,516	105,115
1989	115,949	53,295	169,244	114,365
1990	126,152	62,893	189,045	124,429

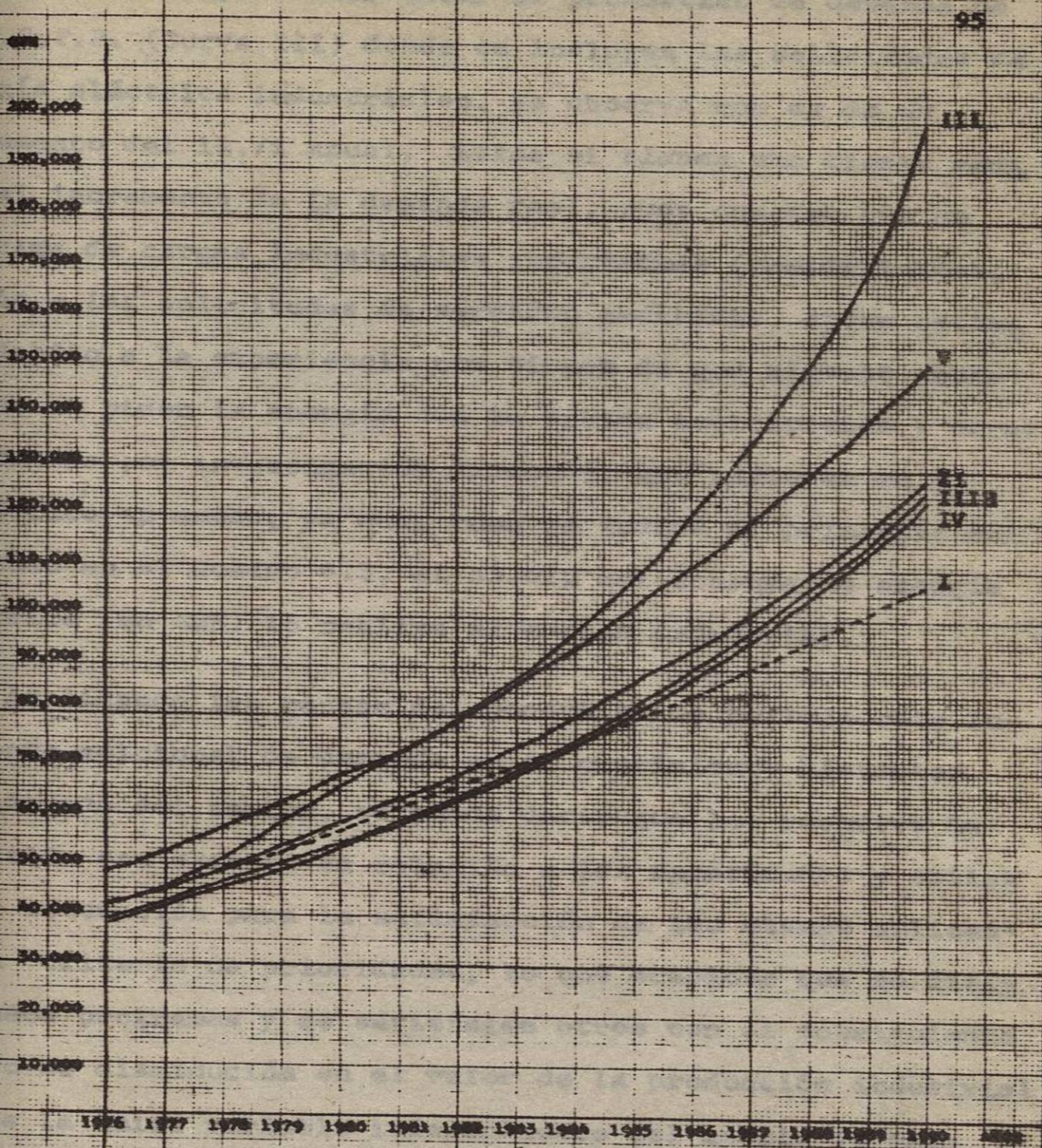
Los pronósticos originales comprenden de 1975 a 1984, para fines de comparación se extrapolaron hasta 1990.

Estos pronósticos fueron elaborados por la Gerencia General de Planeación y Programa y por la Gerencia General de Estudios Económicos.

³ Con estos datos se forma la Curva IV de la Gráfica 4.1.

¹ Con estos datos se forma la Curva IIIH de la Gráfica 4.1.

² Con estos datos se forma la Curva III de la Gráfica 4.1.



Gráfica 4.1 Diferencias pronósticas de demanda.

Sin embargo, al introducir el pronóstico de demanda de la G.G.P.P. (Curva III) donde se incluyen las solicitudes de energía eléctrica industriales, se observa que es de un incremento del 11.7% anual. Ellos si tienen una cierta medida del incremento de la demanda real, pues cuentan con un programa de cargas industriales importantes (unas definidas, debido a las solicitudes de servicio recibidas, otras estimadas debido a la experiencia que tienen de que algunos empresarios no piden la energía con la debida anticipación y otras efectuadas por investigación directa), que influyen en el pronóstico en mucho, ya que, como se indicó al principio del Capítulo en el Cuadro 4.3, el 53.62% del consumo de energía eléctrica (en GWH) lo realiza el sector industrial.

Analizando las causas del porqué no se refleja este incremento adicional de demanda en el crecimiento histórico considerado del sector, se puede decir que los recursos de inversión son escasos en relación a las necesidades y obliga a una ordenación para la satisfacción de las mismas aplicando un criterio de prioridades, lo que ocasiona que se difieran unos programas y se satisfagan otros con el consiguiente efecto de disminución en el valor de la producción industrial que es la única variable independiente del modelo de este sector.

También puede suceder que aún cuando se satisfaga la

demanda de todas las cargas adicionales en un año dado falle la inversión complementaria planeada u otros sectores de la economía, como por ejemplo, el de transportes, provocando una baja en el valor de la producción industrial y en consecuencia en la demanda de energía que se había previsto en detrimento de los otros sectores de la economía que pudieron haber sido beneficiados con un aumento en la oferta de energía eléctrica y que pudieron haber registrado un aumento en el consumo.

La discrepancia existente entre los cuatro pronósticos (Curvas I, II, IIIH y IV) y el de la G.G.P.P. (Curva III) proviene de que si se hace un pronóstico apoyado en los consumos históricos y éstos consumos han estado restringidos por insuficiencia de la oferta a través del tiempo, su crecimiento histórico no va a reflejar realmente la demanda porque no toma en cuenta el consumo deseado no realizado (solicitudes de servicio pendientes, cortes de suministro de energía en las horas de demanda "pico", utilización de energía de emergencia, etc.). Es por esto que un pronóstico de demanda basado en consumos históricos se va a quedar corto independientemente del método seguido para explicarlo hablando con referencia al caso que nos ocupa.

Se puede pensar que cómo es posible que se determine un incremento en el consumo anual de alrededor del 8.5% si

el crecimiento en la capacidad en operación¹ en los años de estudio (a partir de 1962) ha aumentado aproximadamente en un 10.5% anual. Pero esto se explica debido a que no son comparables las dos magnitudes en esa forma. Al incremento en la capacidad en operación hay que deducirle el consumo para usos propios que es, en promedio, de 3.32% y también hay que deducirle el porcentaje de pérdida en distribución que fluctúa alrededor de 13.75%, dejando un incremento en la oferta efectiva del 8.7%. Si se ha calculado un incremento similar en el consumo quiere decir que todo lo que se produce se consume (que la oferta está determinando la demanda).

Debido a la situación planteada en el párrafo anterior hay que tener presente que cuando se pronostica en términos de consumo, implícitamente se está hablando de una capacidad en operación mayor y además, técnicamente, para proporcionar un servicio más seguro en cuanto a fallas, debe de haber un porcentaje de capacidad en operación de "reserva" sobre cuyo monto existen las más diversas opiniones, pero que debe fluctuar alrededor del 20% de la capacidad total en operación.

En conclusión se puede decir que la proyección de demanda de energía eléctrica con fundamento en los consumos registrados por sector económico obtenida en este Capítulo, se puede utilizar como un mínimo de demanda futura, al cual

¹ Ver cuadro 1.1 cuyos datos equivalen a la capacidad en operación.

se le deben hacer modificaciones basadas en supuestos de crecimiento de los diferentes sectores, especialmente al sector industrial, y en el supuesto de que cada año se va a satisfacer la demanda completamente

Como resultado de lo anterior, se elabora el cuadro 4.19 del cual se deriva la curva V de la gráfica 4.1, en los que se considera la proyección global por sectores económicos modificada en el sector industrial con un factor de crecimiento anual promedio de 30% según las estimaciones de la G.G.P.P., que se incluye con el objeto de representar la diferencia detectada entre el consumo deseado y el consumo posible en el modelo.

CUADRO 4.19

PRONOSTICO GLOBAL DE DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA POR SECTORES
 DEL SECTOR INDUSTRIAL MODIFICADO POR UN FACTOR DE CRECIMIENTO¹
 (GWH)

Año	Sector Industrial	Otros Sectores	Demanda Estimada Total
1976	27,984	20,637	48,621
1977	30,957	22,023	52,980
1978	34,190	23,491	57,681
1979	37,701	25,039	62,740
1980	41,516	26,670	68,186
1981	45,652	28,393	74,045
1982	50,151	30,209	80,360
1983	55,037	32,124	87,161
1984	60,343	34,143	94,486
1985	66,098	36,272	102,370
1986	72,272	38,509	110,781
1987	79,156	40,865	120,021
1988	86,538	43,343	129,881
1989	94,548	45,945	140,493
1990	103,256	48,678	151,934

¹Factor de crecimiento del 30% anual sobre lo calculado en el cuadro 4.6.

²Otros Sectores se sumaron el Sector Doméstico, Comercial y Otros del cuadro 4.16.

CAPITULO V

COMPORTAMIENTO DE LA OFERTA CON RESPECTO A LA DEMANDA DE ENERGIA ELÉCTRICA

1.- Consideraciones Generales en cuanto a la Determinación de la Oferta de Energía.

Se entiende como capacidad instalada, la capacidad indicada en la placa de la máquina, por lo cual también se le conoce como capacidad de placa, se mide en términos de potencia (KVA^1 o KW). La suma de las capacidades de todas las plantas es la capacidad total instalada en el país. Se entiende como capacidad de operación del país a la suma de las capacidades de las unidades generadoras que se encuentran produciendo energía.

Sin embargo, esto no constituye la oferta propiamente dicha, sino que hay que transformar los términos de potencia en términos de energía medida y para esto se utiliza la generación o producción bruta y neta medida en KWH. La diferencia entre la generación bruta y la neta son los usos propios, que se refieren a lo que se consume de energía eléctrica en las plantas y varía según el tipo de planta de que se trate, por ejemplo, las plantas térmicas son las que más con

¹La potencia eléctrica se puede calcular multiplicando la tensión por la intensidad de la corriente, la unidad es el voltampere (VA). Un KVA = 1,000 voltamperes.

sumen energía para usos propios. A la generación neta se le deben hacer ajustes por pérdidas de energía en la transmisión para finalmente llegar a la oferta.

Debido a que no todo lo que se consume en el país es generado por las plantas propiedad de la nación hay que hacer la distinción entre la oferta considerada como nacional y que la componen la generación de la CFE y de lo que antes era la Compañía de Luz y Fuerza del Centro (actualmente División Centro) y los otros tipos de fuente de generación de energía eléctrica como son la energía comprada a particulares nacionales, la energía importada neta y la generación neta de emergencia.

No se pueden pasar por alto una serie de consideraciones a priori que apoyan la afirmación de que la demanda es mayor que la oferta. Entre éstas se encuentran los continuos apagones que son resultado del apremio que ejerce la demanda sobre la oferta y que motivan el constante trabajar de los equipos de tal forma que no se les puede dar mantenimiento adecuado y llega el momento en que fallan; los apagones también son el resultado de la imposibilidad de satisfacer la demanda "pico" y entonces se procede a hacer cortes de servicio de energía en determinadas áreas o a determinados consumidores importantes. Además existen solicitudes de energía eléctrica que se rechazan o archivan al no poderse proporcionar el servicio solicitado.

2.- Comparación entre Oferta y Demanda de Energía Eléctrica.

Se va a recurrir a dos métodos diferentes para comparar la oferta y la demanda de energía eléctrica. El primero se elabora de acuerdo a un análisis de cantidades, a una situación de hecho. Es decir, a partir de lo observado se diferencia la oferta de la demanda. Este proceso es el tema del inciso a del presente capítulo. El segundo método consiste en tratar de calcular la demanda potencial de acuerdo a la elasticidad ingreso del año en que se supone existió una menor restricción en la oferta.

a) Método basado en la demanda medida.

Este método compara lo considerado como oferta nacional, que fué definido en la primera parte de este Capítulo, con lo que se va a considerar como consumo real o demanda. Se va a suponer que las fuentes adicionales de energía eléctrica son consecuencia de la presión que ejerce la demanda sobre la oferta. Por tanto se van a considerar como fuentes adicionales, la energía comprada a nacionales particulares, la energía importada neta y la generación neta de emergencia. De acuerdo a lo anterior, se va a suponer que el consumo real equivale a la demanda efectiva y la oferta nacional a la oferta.

Para que los datos reflejen más la realidad se tiene

que ajustar la generación neta por un porcentaje de pérdida de energía en la transformación y distribución de la misma. La pérdida de energía se calcula restandole a la generación neta público y gobierno, más la energía importada, más la energía comprada a nacionales, lo facturado en MWH. En este caso no se consideró la generación de energía de emergencia debido a que no pierde en distribución ni transmisión.

Sin embargo, para efectos de análisis y diferenciación de conceptos hay que prorratear la pérdida entre las diferentes fuentes de generación de energía eléctrica, para lo cual se efectuó lo siguiente:

Si GN = Generación neta del gobierno

ECN = Energía comparada a nacionales

EI = Energía importada neta (energía importada - energía exportada).

GNE = Generación neta de emergencia

PE = Pérdida de energía

D = Consumo real o demanda

O = Oferta nacional

F = KWH facturados totales

entonces,

$$D = (GN + ECN + EI) - PE + GNE$$

siendo la pérdida

$$PE = (GN + ECN + EI) - F$$

para distribuirla en los tres conceptos:

$$GN + ECN + EI = \text{TOTAL}$$

$$\frac{GN \times 100}{\text{TOTAL}} = \alpha$$

$$\frac{ECN \times 100}{\text{TOTAL}} = \beta$$

$$\frac{EI \times 100}{\text{TOTAL}} = \gamma$$

entonces la demanda es:

$$D = (GN - \alpha PE) + (ECN - \beta PE) + (EI - \gamma PE) + GNE$$

y la oferta es:

$$O = GN - \alpha PE$$

Los resultados de la aplicación de lo anterior se muestran en el cuadro 5.1 y en la gráfica 5.1, en los que se observa que sí existe déficit, mismo que en términos absolutos ha aumentado de 2,769,780 miles de KWH en 1962 a 4,406,396 en 1974, lo que implica un 59% de aumento de déficit absoluto. En cambio, si se analiza la proporción de la demanda cubierta por la oferta nacional se nota una tendencia constante de aumento de 65.84% a 86.19%, lo que significa que el déficit relativo ha disminuido de 34.16% en 1962 a 13.99% en 1974.

DETERMINACION DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA

(Miles de KWH)

Año	Oferta Nacional de Energía Eléctrica (GN - αPE) (1)	Energía Comprada a Nacionales (ECN - αPE) (2)	Energía Importada Meta (EI - γPE) (3)	Generación Meta de Emergencia (GHE) (4)	Demanda de Energía Eléctrica (n) (1+2 3+4+5)	Déficit Absoluto (D-α O) (5-1)	Demanda Cubierta por Oferta Nac. %	Déficit Relativo %
1962	8,108,660	35,590	234,190	2,500,000#	10,872,450	2,769,760	65.84	34.16
1963	8,953,230	55,364	439,602	2,867,000	12,127,996	3,174,766	64.55	35.45
1964	10,810,647	44,496	101,510	3,026,000	13,823,553	3,012,906	72.13	27.87
1965	11,972,844	38,930	60,326	3,110,000	15,088,100	3,115,256	73.99	26.01
1966	13,238,624	39,504	63,735	3,196,000	16,451,943	3,213,319	75.79	24.27
1967	14,747,234	30,578	70,330	3,340,000	18,084,142	3,296,908	77.66	22.34
1968	16,499,020	10,696	73,164	3,306,000	19,922,880	3,423,860	79.27	20.73
1969	18,950,233	23,905	121,139	3,408,000	22,401,277	3,451,044	81.79	18.21
1970	21,448,312	417	110,499	3,634,000	24,997,228	3,548,916	83.59	16.41
1971	23,226,996	-	142,875	3,862,000	27,003,871	3,776,875	83.74	16.26
1972	25,930,682	-	199,713	3,911,000	29,992,795	4,061,713	84.34	15.66
1973	28,267,744	908	269,602	4,102,000	32,440,254	4,180,510	85.23	14.79
1974	31,503,089	1,009	303,387	4,102,000	35,909,485	4,406,396	86.01	13.99

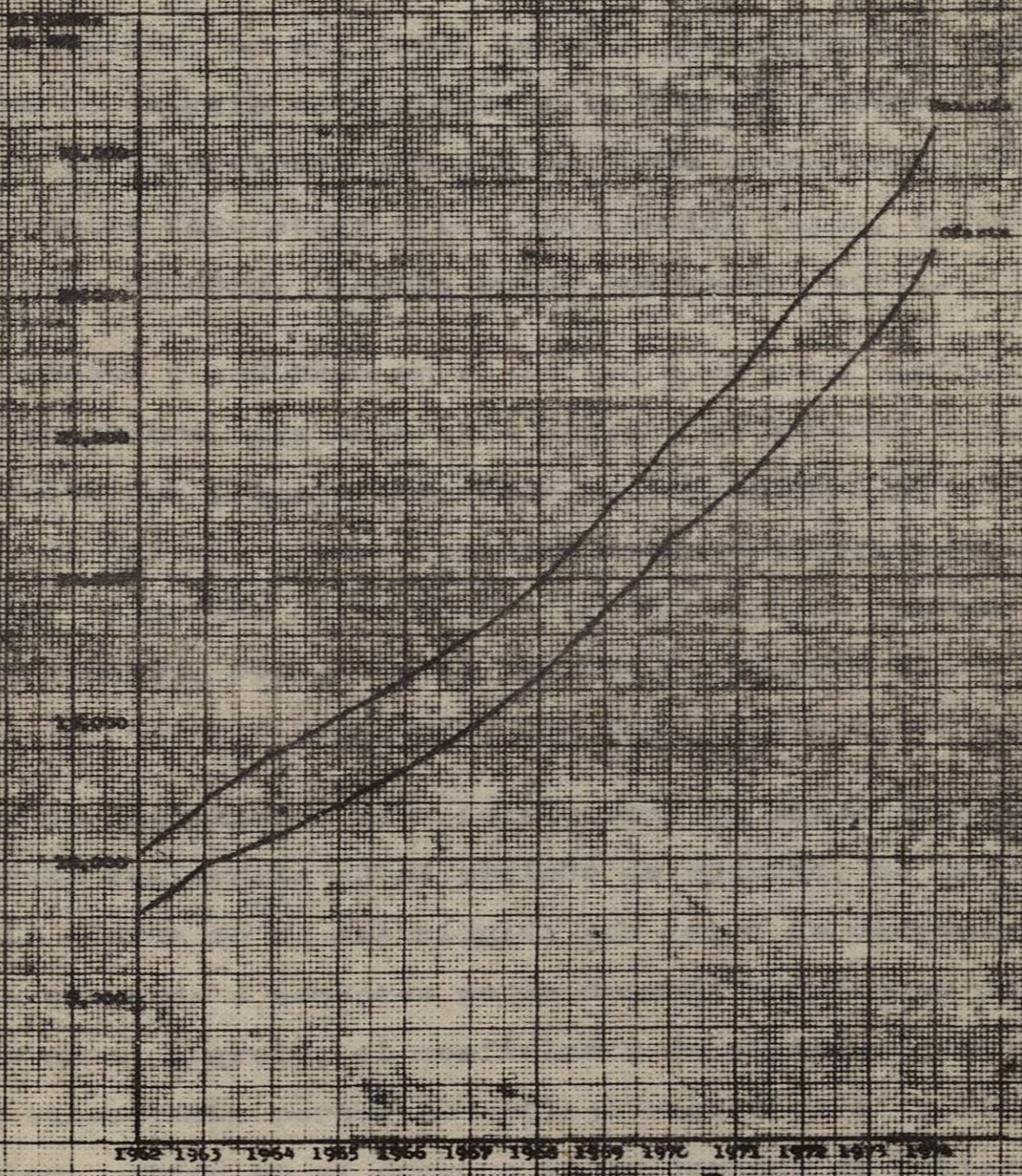
Fuente:

Industria Eléctrica Nacional. Estadísticas de Explotación. Gerencia General de Operación. CFE.

Algunos Datos sobre la Industria Eléctrica Nacional. Gerencia General de Operación. CFE.

Dato calculado

Gráfica 5.1. Oferta y Demanda Nacionales de Energía Eléctrica.



b) Método basado en la demanda potencial.

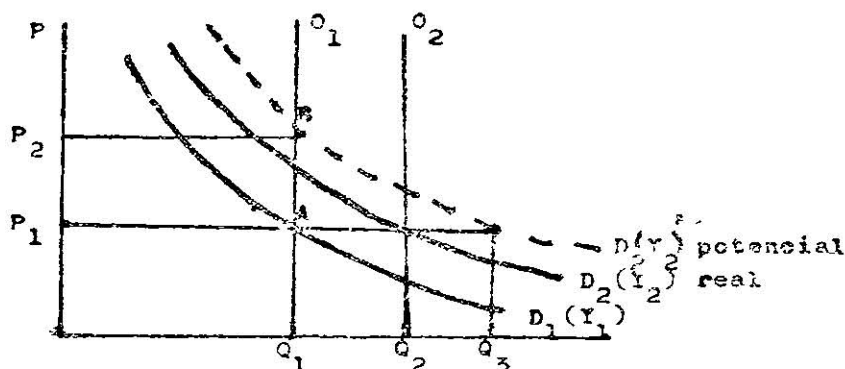
La capacidad de reacción potencial de la demanda de energía eléctrica surge en situaciones en las que existen zonas de consumo que han estado restringidas de la misma debido a la insuficiencia de instalaciones o aún en lugares de abastecimiento normal donde la sola posibilidad de que la oferta de energía se anticipe a la demanda provoca una corriente de inversiones sobre todo donde concurren otras circunstancias favorables a la localización (agua, transportes, mano de obra, materia prima, mercados, etc.).

El método presentado en el inciso a de este capítulo no toma en cuenta para nada este aspecto de demanda potencial, puesto que trabaja solamente con cantidades ya registradas. Lo que se intenta con este segundo método es medir la demanda potencial de acuerdo a la elasticidad ingreso registrada mayor, por estar el consumo de energía eléctrica sujeto a los efectos provocados por los cambios en el ingreso.

Una de las razones para seleccionar la mayor elasticidad ingreso registrada en el período de estudio, es que cuando la oferta se ve restringida por falta de disponibilidad y no responde a aumentos en la demanda provocados por aumentos en el ingreso, el coeficiente de elasticidad ingreso está subestimado porque no refleja realmente el cambio que hubiera habido en el consumo si la demanda se hubiera satisfecho, especialmente cuando por razones de política

económica no se ha permitido que la falta de oferta se acuse a través de los precios.¹

Como se sabe que sí ha habido restricciones en el precio y la demanda es mayor que la oferta se juzgó conveniente hacer el supuesto de tomar como coeficiente de elasticidad ingreso el 2.165 obtenido en 1970 y que es el mayor, suponiendo que si la oferta hubiera respondido a nivel de la demanda, ésta hubiera sido .745 en promedio mayor, manteniendo la misma variación en el ingreso. En la gráfica 5.2 y el cuadro 5.2 se observan los datos así elaborados en los



Suponiendo, para simplificar, la oferta inelástica y el equilibrio inicial mantenido en $A(Q_1, P_1)$ con el ingreso igual a Y_1 . Suponiendo que aumenta el ingreso a Y_2 y por consiguiente la demanda a $D_2(Y_2)$, lo que sucedería normalmente siendo la oferta inelástica a corto plazo es que el precio subiría a P_2 con el punto de equilibrio en B; pero como se sabe que el precio está fijo hay demanda insatisfecha representada por $Q_2 - Q_1$. Ahora, suponiendo que aumenta la oferta a Q_2 , como se mantiene el precio en P_1 , sigue habiendo demanda insatisfecha debido a que a ese precio se sigue demandando Q_3 y sólo se está consumiendo Q_2 , se ha reducido el déficit pero aún persiste.

Si consideramos que la elasticidad ingreso es igual a :

$$\eta_y = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta Y}{Y}}$$

entonces :

$$\frac{\frac{Q_2 - Q_1}{Q}}{\frac{Y_2 - Y_1}{Y}} < \frac{\frac{Q_3 - Q_1}{Q}}{\frac{Y_2 - Y_1}{Y}} \quad \text{porque } Q_2 - Q_1 < Q_3 - Q_1$$

Elasticidad Ingreso Real
Elasticidad Ingreso Potencial

cuales se llega a estimar una demanda potencial para 1974 de más del doble de la que realmente se registró.

CUADRO 5.2CONSUMOS ESTIMADOS SOBRE EL CALCULO DE DEMANDA POTENCIAL CON ELASTICIDAD INGRESO = 2.165

Año	Consumo Anual Inicial Estimado (MWH)	Porcentaje de Cambio en el Consumo con = 2.165	Incremento Anual de Consumo (MWH)
1962-1963	10,878,440	21.93	2,385,642
1963-1964	13,264,082	27.04	3,586,608
1964-1965	16,850,690	14.42	2,429,869
1965-1966	19,280,559	20.22	3,898,529
1966-1967	23,179,088	13.05	3,024,870
1967-1968	26,203,958	17.97	4,708,851
1968-1969	30,909,809	16.22	5,013,571
1969-1970	35,923,380	11.43	4,106,042
1970-1971	40,029,422	8.81	3,526,592
1971-1972	43,556,014	20.89	9,098,851
1972-1973	52,654,865	9.50	5,002,212
1973-1974	57,657,077	15.39	8,873,424

Fuente:

Los datos de consumo fueron tomados del cuadro 5.1.

Para obtener el cambio en el consumo, con elasticidad ingreso = 2.165 año tras año, se calcula el numerador de la fórmula $\frac{\Delta C}{C}$ de tal forma que el resultado sea 2.165, y se multiplica por el consumo inicial del período.

Gráfica 5.2: Demanda Potencial y Demanda Realizada

Miles de
COP

67,500

65,000

62,500

60,000

57,500

55,000

52,500

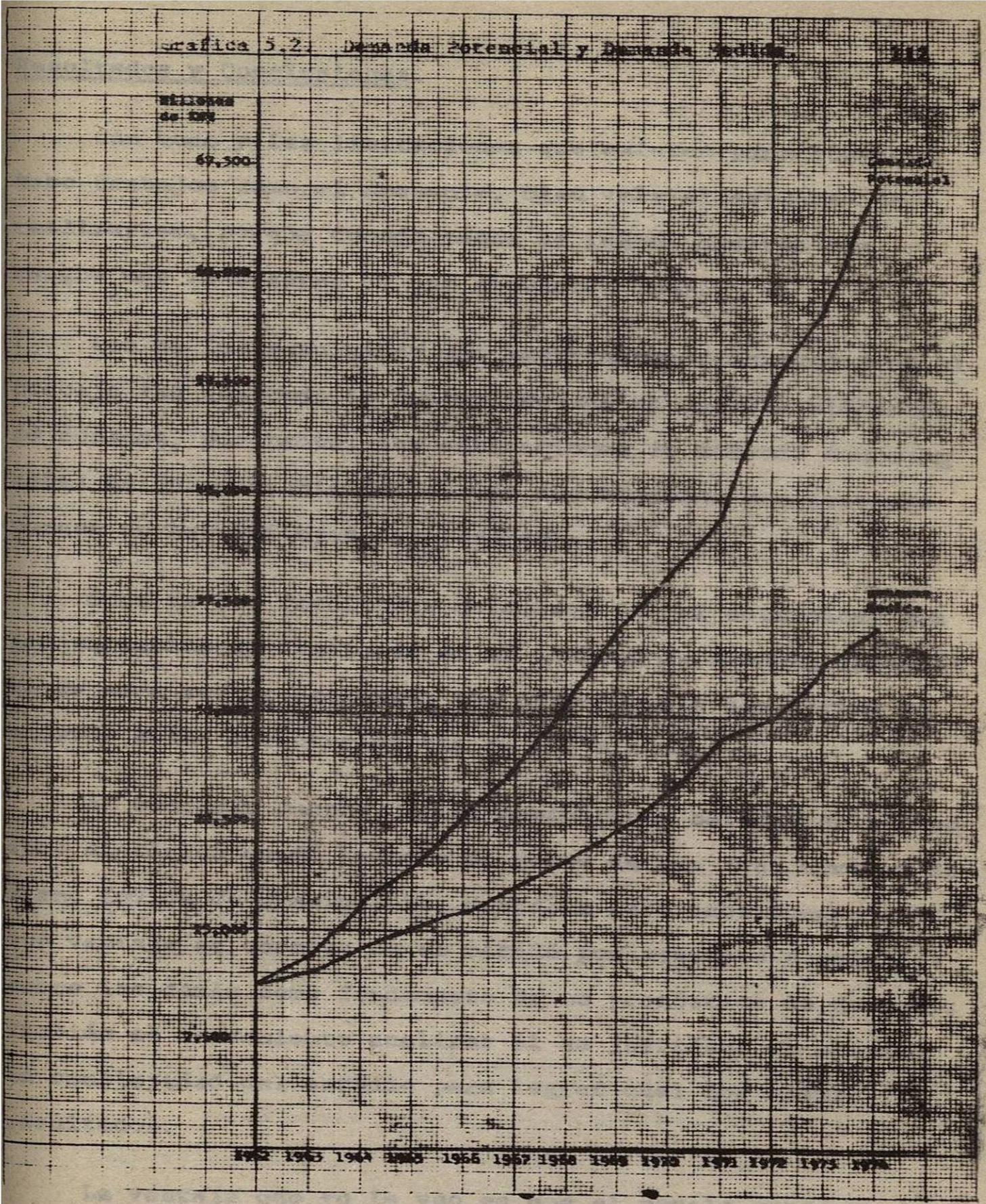
50,000

47,500

1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974

Demanda Potencial

Demanda Realizada



Resultados y Conclusiones.

Con todo y las limitaciones que existen para llevar a cabo trabajos como el presente, bien vale el esfuerzo de realizarlos, porque cuando menos se logran apuntar los rasgos más relevantes de una situación dada.

Uno de los resultados más importantes demostrados en el trabajo fué que todo lo que se produce de energía eléctrica se consume, por tanto, las estimaciones de demanda fundamentadas en consumos históricos hay que tomarlas con reservas porque no las reflejan completamente.

Otro de los resultados obtenidos fué el determinar que las variables que influyen en el consumo de energía eléctrica de cada sector económico son diferentes y que varían de acuerdo a las características de los mismos.

Al comparar cuatro de los pronósticos basados en el consumo histórico quedó patente el hecho de que casi arrojan el mismo índice de crecimiento, debido a esto cabe preguntarse que ventaja se observa en el método por sectores económicos sobre los demás como fundamento de un pronóstico de demanda. También es conveniente analizar si se justifica el aumento en complejidad del estudio para lograr casi los mismos resultados.

La ventaja que yo le veo es que el modelo producto de

este trabajo es más elástico para captar el impacto de los cambios económicos sobre el consumo de energía eléctrica a través del tiempo, como consecuencia de las diversas variables con las que trabaja. En cuanto a la justificación del aumento en complejidad dependerá de los objetivos a los que se encamine el estudio. Pienso que el presente es útil para entender la mecánica, las relaciones y el funcionamiento del consumo de energía en el ámbito económico del país y como tal se justifica plenamente; y que todavía se justifica llegar un poco más al detalle porque de esto dependerá el conocimiento con antelación de los efectos de las políticas gubernamentales sobre el consumo de energía eléctrica y por consiguiente se podrán aplicar con mayor eficacia y mejores resultados.

Como conclusión se puede decir que a pesar de los esfuerzos gubernamentales que utilizan, entre otras, a la industria eléctrica como herramienta para lograr el desarrollo no ha podido, al presente, realizarlo completamente. La oferta de energía eléctrica sigue siendo insuficiente, sobre todo en algunas regiones del país en las cuales la infraestructura económica es débil.

Sin embargo, yo no quiero terminar el estudio sin antes plantear lo que pudiera ser la otra cara del asunto. Para que apresurarse a caer en los problemas más graves aún originados de la vorágine que resulta de la espiral que se

crea entre mayor industrialización, mayor consumo, mayor demanda con la actual crisis de energéticos. No sería mejor desde ahora, tratar de racionalizar el consumo de energía eléctrica evitando el desperdicio en todos los sectores, creando tarifas de acuerdo a la hora de consumo (mejorando el factor de carga), haciendo las tarifas domésticas aún más progresivas para desalentar el uso de bienes de consumo de lujo, creando prioridades de inversión en la industria eléctrica para satisfacer la demanda de acuerdo al tipo de industria. Yo creo que se deben orientar los esfuerzos no solamente a aumentar la producción futura sino también a mejorar la eficiencia en el consumo de lo que se está produciendo lo que aliviaría bastante el problema de la insuficiencia de la oferta.

APENDICE AINDICES DE PRECIOS

Año	Indice de Precios al Mayoreo de la Ciudad de México (1)	Indice de Precios de la Energía Eléctrica (2)	Indice de Precios Utilizado (2/1)
1962	100.0	100.0	1.000
1963	100.6	99.5	.9890
1964	104.8	100.4	.9580
1965	106.8	101.2	.9475
1966	108.1	103.1	.9537
1967	111.3	101.2	.9092
1968	113.4	100.5	.8862
1969	116.3	98.5	.8469
1970	123.2	97.3	.7897
1971	127.8	97.9	.7660
1972	131.4	96.9	.7374
1973	152.1	100.6	.6614
1974	186.3	117.0	.6280
1975	205.9 ^P	135.2	.6566

Fuente:

¹ Banco de México. Informe Anual 1974. Índice de precios 1954 = 100 reconvertido a 1962 = 100.

² Obtenido de dividir el precio medio del KWH de cada año a precios corrientes entre el precio medio del KWH de 1962.

³ Obtenido de dividir el índice de precios de la energía eléctrica entre el índice de precios al mayoreo.

APENDICE B

PRECIOS MEDIOS DE ENERGIA ELECTRICA POR SECTOR ECONOMICO

(\$/KWH)

Año	SECTOR INDUSTRIAL		SECTOR DOMESTICO		SECTOR COMERCIAL	
	Precio Corriente	Precio Real	Precio Corriente	Precio Real	Precio Corriente	Precio Real
1962	18.46	18.46	41.66	41.66	41.32	41.32
1963	18.11	17.91	42.28	41.81	40.91	40.45
1964	18.09	17.33	42.78	40.98	42.47	40.68
1965	18.39	17.42	43.07	40.80	43.17	40.90
1966	19.17	18.28	42.88	40.89	42.95	40.96
1967	18.40	16.72	42.45	38.59	43.10	39.18
1968	18.33	16.24	42.65	37.79	42.63	37.77
1969	17.97	15.21	42.72	36.17	42.39	35.90
1970	17.70	13.97	42.70	33.72	42.15	33.28
1971	17.73	13.58	42.63	32.65	42.19	32.31
1972	17.61	12.98	42.65	31.45	41.99	30.96
1973	18.47	12.21	44.04	29.12	43.18	28.55
1974	22.02	13.82	52.90	33.22	52.28	32.83
1975	24.22	15.90	54.63	35.87	57.76	37.92

Fuente:

Los datos de precios corrientes se obtuvieron de los datos de los cuadros 4.1 y 4.2, dividiendo el total facturado por sector económico (que es equivalente al consumo de energía en pesos por Sector) entre el mismo consumo en KWH (que es igual a la energía vendida).

Para obtener los precios reales se multiplicaron los precios corrientes por el "índice utilizado" del Apéndice A.

APENDICE CDATOS UTILIZADOS PARA OBTENER LOS PRONOSTICOS DEL PIB DEL
SECTOR INDUSTRIAL EN FUNCION DEL TIEMPO

Año	Valor del PIB del Sector Industrial (Millones de Pesos) 1962 = 100	Logaritmo Natural
1953	28,706	10.265
1954	30,993	10.342
1955	33,394	10.416
1956	35,336	10.473
1957	38,941	10.570
1958	38,546	10.560
1959	42,727	10.663
1960	45,152	10.718
1961	48,098	10.781
1962	51,402	10.847
1963	58,233	10.972
1964	66,572	11.106
1965	73,407	11.204
1966	81,847	11.313
1967	89,559	11.403
1968	98,936	11.502
1969	108,124	11.590
1970	114,580	11.650
1971	118,068	11.679
1972	132,132	11.792
1973	136,894	11.827
1974	152,940	11.938
1975	165,275	12.015

Se procedió a pronosticar el Valor del PIB del sector con base en una función exponencial debido a que el tipo de crecimiento anual es constante proporcionalmente.

AJUSTE DE CURVAS POR MINIMOS CUADRADOS

CURVA TIPO	INDICE DE DETERMINACION	A	B
1. $Y=A+(B*X)$	.992273	-151.061	.825741E-1
2. $Y=A*EXP(B*X)$	.992988	.510162E-5	.743022E-2
3. $Y=A*(X^B)$	ARGUMENT TOO LARGE IN EXP AT LINE 1710 .992952	0 14.5926	
4. $Y=A+(B/X)$	.992081	173.272	-318474
5. $Y=1/(A+B*X)$	.993029	1.40508	-.669493E-3
6. $Y=X/(A+B*X)$	.993068	2582.42	-1.2247

DETALLES PARA CURVA TIPO? 1

DESEA (1) DETALLE COMPLETO, (2) SOLO PRONOSTICO? 1

1. $Y=A+(B*X)$ ES UNA FUNCION LINEAL. LOS RESULTADOS (CLASIFICADOS POR ORDEN ASCENDENTE DE VALORES DE X) SON LOS SIGUIENTES:

X-REAL	Y-REAL	Y-CALC	Z DIFERENCIA
1953	10.265	10.2059	.5
1954	10.342	10.2884	.5
1955	10.416	10.371	.4
1956	10.473	10.4536	.1
1957	10.57	10.5362	.3
1958	10.56	10.6187	-.5
1959	10.663	10.7013	-.3
1960	10.718	10.7839	-.6
1961	10.781	10.8665	-.7
1962	10.847	10.949	-.9
1963	10.972	11.0316	-.5
1964	11.106	11.1142	0
1965	11.204	11.1967	0
1966	11.313	11.2793	.2
1967	11.403	11.3619	.3
1968	11.502	11.4445	.5
1969	11.58	11.527	.5
1970	11.65	11.6096	.3
1971	11.679	11.6922	-.1
1972	11.792	11.7748	.1
1973	11.827	11.8573	-.2
1974	11.938	11.9399	0
1975	12.015	12.0225	0
1976		12.1051	
1977		12.1876	
1978		12.2702	
1979		12.3528	
1980		12.4354	
1981		12.5179	
1982		12.6005	
1983		12.6831	
1984		12.7657	
1985		12.8482	
1986		12.9308	
1987		13.0134	
1988		13.096	
1989		13.1785	
1990		13.2611	

APENDICE CVALORES DEL PIB PRONOSTICADOS PARA EL SECTOR INDUSTRIAL

Año	Logaritmo Natural	Valor del PIB Industrial Estimado = e^x (Millones de Pesos)
1976	12.10	180,791
1977	12.18	196,339
1978	12.27	213,246
1979	12.35	231,607
1980	12.43	251,551
1981	12.51	273,183
1982	12.60	296,707
1983	12.68	322,256
1984	12.76	350,004
1985	12.84	380,104
1986	12.93	412,384
1987	13.01	448,382
1988	13.09	486,991
1989	13.17	528,871
1990	13.26	574,411

El coeficiente de correlación de esta función es de .996136.

APENDICE DCALCULO DE ELASTICIDADES ARCO INGRESO ANUALES DEL SECTORDOMESTICO

Año	Elasticidad Ingreso
1962-1963	1.58
1963-1964	.769
1964-1965	1.22
1965-1966	2.26
1966-1967	4.59
1967-1968	1.94
1968-1969	2.84
1969-1970	6.77
1970-1971	1.31
1971-1972	1.72
1972-1973	11.23
1973-1974	3.05
1974-1975	20.42

RUN \$AJUSTE
 EC PROGRAMA 'AJUSTE' LE PERMITE INTENTAR AJUSTAR UN CONJUNTO

READY
 APENDICE E: ESTIMACION DEL INDICE DE URBANIZACION 122

5 DATA 13
 2000 DATA 1960,50.7,1961,51.5,1962,52.3,1963,53.1,1964,53.9,1965,54.7
 2010 DATA 1966,55.5,1967,56.3,1968,57.1,1969,57.9,1970,58.6,1971,59.2
 2020 DATA 1972,59.8,\,\
 3000 DATA 3
 3010 DATA 1973,1974,1975
 RUN
 AJUSTE 10:17 10-JUN-76

DESEA 'CURFIT', 'POLFIT' O 'PARAR' EL PROGRAMA? CURFIT

NOTA:
 CONTESTE CON 0 (CERO) A LA PREGUNTA 'DETALLES PARA CURVA TIPO?'
 SI YA NO DESEA OTRA CURVA, O BIEN EL NUMERO DE LA CURVA
 DESEADA (DEL 1 AL 6)

AJUSTE DE CURVAS POR MINIMOS CUADRADOS

CURVA TIPO	INDICE DE DETERMINACION	A	B
1. $Y=A+(B*X)$	.99857	-1464.44	.773077
2. $Y=A*EXP(B*X)$	.996792	.630007E-10	.139886E-1
3. $Y=A*(X^B)$	ARGUMENT TOO LARGE IN EXP AT LINE 1710		
	.996881	0	27.5028
4. $Y=A+(B/X)$	.998672	1575.37	-.298819E 7
5. $Y=1/(A+B*X)$	.994034	.516524	-.253527E-3
6. $Y=X/(A+B*X)$	.994285	980.036	-.480404

DETALLES PARA CURVA TIPO? 4

4. $Y=A+(B/X)$ ES UNA FUNCION HIPERBOLICA. LOS RESULTADOS

DEL AJUSTE POR MINIMOS CUADRADOS DE SU TRANSF. LINEAL
 (CLASIFICADOS POR ORDEN ASCENDENTE DE VALORES DE X)
 SON LOS SIGUIENTES:

X-REAL	Y-REAL	Y-CALC	% DIFERENCIA
1960	50.7	50.7834	-.1
1961	51.5	51.5609	-.1
1962	52.3	52.3375	0
1963	53.1	53.1134	0
1964	53.9	53.8985	0
1965	54.7	54.6628	0
1966	55.5	55.4363	.1
1967	56.3	56.209	.1
1968	57.1	56.9809	.2
1969	57.9	57.7521	.2
1970	58.6	58.5224	.1
1971	59.2	59.292	-.1
1972	59.8	60.0608	-.4
1973		60.8288	
1974		61.5961	
1975		62.3626	

APENDICE FOBTENCION DEL PIB PER CAPITA

Año	PIB (Millones de Pesos) 1962 =100	Población (Miles de Habitantes)	PIB per Cápita (Miles de Pesos)
1962	176,030	38,078	4,622
1963	194,814	39,387	4,946
1964	220,773	40,742	5,418
1965	235,981	42,144	5,599
1966	259,103	43,594	5,943
1967	275,217	45,094	6,103
1968	299,070	46,645	6,411
1969	322,356	48,250	6,680
1970	339,854	49,918	6,808
1971	353,991	51,651	6,853
1972	389,878	53,441	7,295
1973	407,364	55,311	7,364
1974	436,339	57,247	7,622
1975	453,795	59,250	7,659

APENDICE G: ESTIMACION DEL PIB PER CAPITA
AJUSTE DE CURVAS POR MINIMOS CUADRADOS

124

CURVA TIPO	INDICE DE DETERMINACION	A	B
1. $Y=A+(B*X)$	.986207	-412674	212.88
2. $Y=A*EXP(B*X)$	.988381	.232936E-30	.402736E-1
3. $Y=A*(X^B)$	ARGUMENT TOO LARGE IN EXP AT LINE 1710		
	.988509	0	79.1019
4. $Y=A+(B/X)$	.98586	423441	-.820978E 9
5. $Y=1/(A+B*X)$	.972187	.157609E-1	-.792402E-5
6. $Y=X/(A+B*X)$	.97303	30.5778	-.153712E-1

DETALLES PARA CURVA TIPO? 1

DESEA (1) DETALLE COMPLETO, (2) SOLO PRONOSTICO? 1

1. $Y=A+(B*X)$ ES UNA FUNCION LINEAL. LOS RESULTADOS
 (CLASIFICADOS POR ORDEN ASCENDENTE DE VALORES DE X)
 SON LOS SIGUIENTES:

X-REAL	Y-REAL	Y-CALC	% DIFERENCIA
1953	3347	3081.27	8.6
1954	3533	3294.15	7.2
1955	3603	3507.03	2.7
1956	3756	3719.91	.9
1957	4036	3932.79	2.6
1958	4054	4145.67	-2.2
1959	4205	4358.55	-3.5
1960	4347	4571.43	-4.9
1961	4517	4784.32	-5.5
1962	4623	4997.2	-7.4
1963	4946	5210.08	-5
1964	5419	5422.96	0
1965	5599	5635.84	-.6
1966	5944	5848.72	1.6
1967	6103	6061.6	.6
1968	6412	6274.48	-2.1
1969	6681	6487.36	2.9
1970	6808	6700.24	1.6
1971	6854	6913.12	-.8
1972	7295	7126	2.3
1973	7365	7338.88	.3
1974	7622	7551.76	.9
1975	7659	7764.64	-1.3
1976		7977.52	
1977		8190.4	
1978		8403.28	
1979		8616.16	
1980		8829.04	
1981		9041.92	
1982		9254.8	
1983		9467.68	
1984		9680.57	
1985		9893.45	
1986		10106.3	
1987		10319.2	
1988		10532.1	
1989		10745	
1990		10957.8	

APENDICE H

ELASTICIDAD ARCO PRECIO DEL SECTOR COMERCIAL

Año	Elasticidad
1962-1963	-5.77
1963-1964	22.24 [#]
1964-1965	15.67 [#]
1965-1966	61.60 [#]
1966-1967	-1.84
1967-1968	-2.43
1968-1969	-1.86
1969-1970	-1.16
1970-1971	- .03
1971-1972	-2.31
1972-1973	- .79
1973-1974	- .07

[#] En estos años el precio real prácticamente permaneció igual, ocasionando probablemente que otras variables influyeran de tal forma que la elasticidad se hizo positiva. Para efectos de análisis se considerarán fuera de la tendencia.

APENDICE IDEFINICION DE ALGUNOS CONCEPTOS

Capacidad Instalada.- Capacidad indicada en la placa de la máquina.

Capacidad en Operación.- Capacidad de la unidad generadora que se encuentra produciendo energía.

Generación Bruta.- Total de electricidad producida.

Usos Propios.- Lo que consume una planta de la misma electricidad que produce.

Generación Neta.- Es la generación bruta menos los usos propios.

BIBLIOGRAFIA

- Aoki, H. Investigación sobre Posibilidades Futuras de la Energía Nuclear en México. C.F.E. 1971.
- Bonissone, Piero Reconocimiento de Patrones en la Predicción de Carga Eléctrica. Tesis. Facultad de Ingeniería. UNAM. 1975.
- López, Rafael
Orvañanos, Enrique
Mier, Alberto M.
Radchik, Gregorio
- Eddison, R. & Hertz, D. Progress in Operations Research. Vol. II. John Wiley & Sons Inc. N. Y., 1964
- Fox, K. Manual de Econometría. Amorrortu Editores. Buenos Aires, Argentina. 1973.
- Hadely, G. Introduction to Business Statistics. Holden Day, U.S.A. 1968.
- Kane, E. Economic Statistics and Econometrics. An Introduction to Quantitative Economics. Harper International Ed. N. Y. 1969.
- Spiegel, M. Teoría y Problemas de Estadística. Serie de Compendios Schaum. Libros McGraw Hill.
- Valle, Faustino Estrategia, Planeación y Política Administrativa. Análisis y Decisiones Estratégicas del Crecimiento en la Comisión Federal de Electricidad. Trabajo de Maestría. Dic. 1972. UNAM.
- Viqueira, J. Necesidades Futuras de Maquinaria para Generación de Energía Eléctrica. Ponencia presentada en el I Congreso Nacional sobre la Industria de Bienes de Capital. Agosto 1975.
- Bco. Nacional de Comercio Exterior Comercio Exterior. Modelos Econométricos y Países Subdesarrollados. Vol. 25. Núm. 11. México. 1975.
- Bco. Nacional de México Informe Anual 1974. México. 1975.
- Comisión Federal de Electricidad Estadística de Explotación. 1962-1970 y 1969-1974. Gerencia General de Operación. Subgerencia Comercial de Operación. México. 1975.

- Comisión Federal de Electricidad Algunos Datos sobre la Industria Eléctrica Nacional. 1963-1973 y 1964-1974. Gerencia General de Operación. Subgerencia Comercial de Operación.
- COTEG Informe Técnico-económico sobre Energía Eléctrica y Gas en México. 1974. Boletín Núm. 45. 1975.
- Nacional Financiera, S.A. La Economía Mexicana en Cifras. Gerencia de Información Técnica. México. 1974.
- ONU La Energía en América Latina. Sus Posibilidades y Problemas. E/CN.12/384/REVI. 1957.
- ONU Manual de Proyectos de Desarrollo Económico. E/CN.12/426. 1958.
- ONU World Energy Supplies. Serie J. Núm. 18. 1975.

