

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA



LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA Y LOS
ALIMENTOS EN MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A

JAVIER SIQUEIROS ALATORRE

México, D. F.

1979



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

L.A.S. tesis 1979
ADG M.T. ~~327~~ ~~333~~
FICHA 330
PROG _____



Jurado asignado originalmente según el tema:

PRESIDENTE : Prof. ENRIQUE GARCIA GALEANO

VOCAL : Prof. LUIS GALVEZ CRUZ

SECRETARIO: Prof. JUAN LARTIGUE GORDILLO

1er. SUPLENTE: Prof. EMILIO BARRAGAN HERNANDEZ

2ª SUPLENTE : Prof. LUIS CABRERA MOSQUEDA

Sustentante : JAVIER SIQUEIROS ALATORRE

Asesor del Tema: M. en C. LUIS GALVEZ CRUZ.

A mis padres
con todo cariño
y sincero agradecimiento

A Kena
con todo cariño

A mis hermanos

A mis tios y primos

A mi abuelita

A mis tios Xavier y Delia.

I N D I C E

	PAGINA No.
INTRODUCCION	1
CAP.I ANTECEDENTES	3
CAP.II PANORAMA DE LOS ALIMENTOS EN MEXICO	18
CAP.III PANORAMA DE LOS ENERGETICOS EN MEXICO Y EN EL MUNDO	31
CAP.IV RELACION ENERGIA - ALIMENTOS	80

INTRODUCCION

Los energéticos han llegado a ser de los temas más discutidos en la actualidad; se han organizado conferencias a nivel mundial, estudios por organizaciones nacionales e internacionales.

Los expertos en energéticos de todo el mundo coinciden al afirmar que para los años 1985-1995 se presentará una crisis mundial de energéticos. Los países desarrollados han empezado a desarrollar programas de fuentes alternativas de energía; a la vez han desarrollado un plan energético.

La situación de México en energéticos es a todas luces envidiable; las reservas de hidrocarburos se han incrementado en los últimos años, debido a una intensificación en la exploración.

Los alimentos ocupan un lugar importante en los programas básicos nacionales, en los países desarrollados y subdesarrollados. En México el Presidente de la República ha señalado en varias ocasiones "las prioridades nacionales son energéticos y alimentos".

La relación energía-alimento es el punto de partida para programar una producción de alimentos para la población en constante crecimiento. Esta relación nos permite predecir cuanta energía será nece

saría suministrar al campo para producir alimentos.

La crisis energética repercutirá directamente en la producción de alimentos; esta afirmación la han subrayado los expertos en energéticos y en alimentos. Actualmente se están desarrollando nuevas fuentes de energía, también se están investigando nuevas plantas más resistentes a las plagas, el uso de fertilizantes se ha incrementado.

C A P I T U L O I

A N T E C E D E N T E S

- 1.1. Población
- 1.2. Producto Interno Bruto (PIB)

1.1 POBLACION

México tiene una población de más de 64 millones de habitantes y el crecimiento de población más alto de todos los países del mundo con igual o mayor número de habitantes.

En la tabla 1.1 se muestra el crecimiento de población que fué de 3.5% entre 1960-1978. El resultado es que casi dos terceras - - partes de la población tienen menos de 25 años.

Si la población sigue aumentando con esta rapidez seremos - 140 millones para el año 2000 y casi 1 000 millones en el año 2050.

Algunas opiniones de especialistas universitarios sobre el crecimiento de población son las siguientes:

El Licenciado Pedro Gómez Sánchez, coordinador del Centro de Investigaciones Económico-Sociales (CIES) de la UNAM informa que, - desde el punto de vista económico, el crecimiento de la población mexicana plantea varios problemas de suma gravedad, entre los que destacan los siguientes:

- I) La creciente presión que se genera en el empleo: existen alrededor de 900 000 mexicanos desempleados o subempleados - según las cifras que recientemente publicó la Secretaría de Programación y Presupuesto; más de 700 000 personas, en la actualidad

TABLA No. 1.1

POBLACION Y CRECIMIENTO DEMOGRAFICO

AÑO	POBLACION(10 ³)	CRECIMIENTO DEMOGRAFICO.
1960	36 046	3.3
1961	37 268	3.4
1962	38 543	3.4
1963	39 871	3.4
1964	41 253	3.5
1965	42 689	3.5
1966	44 145	3.4
1967	45 671	3.5
1968	47 267	3.5
1969	48 933	3.5
1970	50 649	3.5
1971	52 422	3.5
1972	54 256	3.5
1973	56 155	3.5
1974	58 121	3.5
1975	60 155	3.5
1976	62 260	3.5
1977	64 440	3.5
1978	66 695	3.5

están en condiciones de ser empleadas, pero la capacidad de la industria privada y del estado es insuficiente para absorber la demanda.

2) La composición de la población en México reviste ciertas peculiaridades que gravitan muy fuertemente sobre los servicios asistenciales y de educación.

El Licenciado Gómez Sánchez señala que: Actualmente más del 50% de la población total de México tiene una edad menor de 20 años lo que determina que la pirámide de la población tenga una base muy amplia; tal hecho exige un alto nivel de gasto asistencial y educativo, que en términos económicos tiene una redituabilidad a mediano y largo plazo.

La profesora Olga Sánchez Cordero, de la facultad de derecho de la UNAM, juzga que: "La única forma en que el gobierno puede impulsar una disminución de la fertilidad, es promoviendo un cambio de actitud en la población, con programas de planeación familiar el derecho que tiene la pareja de decidir acerca del número de hijos es un derecho humano fundamental". Y agrega: Sin embargo, el sistema de planeación familiar en el mundo ha demostrado ser solamente un instrumento a largo plazo para reducir la fertilidad; "probablemente esto se debe a la brecha que existe entre la concientización y el comportamiento."

El psicólogo Abraham Fortes de la Facultad de Psicología de la UNAM, habla a su vez sobre la explosión demográfica. En mi opinión, es de los más graves que afronta la humanidad. Si no se toman medidas rápidas a nivel internacional, estamos en peligro de que en un futuro próximo padezcamos de hambrunas terribles y de guerras de exterminio de naciones enteras en la lucha por sobre vivir".

El doctor Manuel Payno, gerontólogo y profesor de la Facultad de Medicina de la UNAM, manifestó que, según estudios efectuados por las Naciones Unidas, se espera que para el año 2000 haya en el mundo una población superior a los 6000 millones, propone la hidroponia como una de las soluciones más idóneas para el problema de la insuficiencia de los alimentos.

La Hidroponia (hidros: agua, y ponos: trabajo) es un procedimiento científico que permite que las plantas crezcan en un medio que no es la tierra, utilizando una mezcla de nutrientes de plantas que se disuelven en agua, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre, manganeso, boro y zinc, que hacen posible el cultivo con óptimos resultados, de todos los vegetales que el hombre necesita para su alimentación.

Con la hidroponia se logra una total limpieza. No hay riesgo de contraer enfermedades producidas por excretas animales. Se obtienen

cosechas en cualquier época del año, alimentos con alto contenido de minerales y gran valor alimenticio producidos a voluntad; no hay necesidad de fertilizantes orgánicos. Se economiza del 10 al 20% de agua y existe la posibilidad de producir en lugares considerados hasta ahora inadecuados o inútiles, señaló el doctor Payno.

Las utilidades son inmediatas, porque no hay pérdidas. Se requiere de un mínimo de equipo y construcción. He aquí algunos contrastes por hectáreas cultivadas mediante los sistemas tierra e hidroponía respectivamente: arroz 2000-24000 Kilos; Trigo: 1200-10000 Kilos; papas; 44000-300000 Kilos; Maíz: 3000-16000 Kilos; Soya: 1200-3000 Kilos; Avena: 1600-6000 Kilos; Betabel: 18000-40000 Kilos; Chicharos; 4000 28000 Kilos; Jitomate: 10 a 20-400 a 600 toneladas.

1.2 PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB)

Durante la década 1960-1970 el PIB fué 7.0% anual en promedio y de 1971-1975 el PIB bajó a 5.6% anual.¹ Considerando un crecimiento demográfico de 3.5%, el crecimiento real del PIB entre 1960-1970 llegó a 3.5% y en el período 1971-1975 llegó a 2.1%.

La proporción en la contribución al PIB ha disminuído en la - - agricultura, y a la vez aumentado en productos industriales (petróleo y petroquímica, maquinaria, etc. tabla 1.2) En la producción industrial tenemos un incremento del 7% anual en promedio en el período - 1967-1976 (tabla 1.3) con un incremento en el número de industrias y con la expansión de industrias como la del cemento y la industria automotriz.

Con respecto al índice nacional de precios al consumidor tenemos que, los productos que han aumentado en mayor proporción son: petróleo y derivados, más del doble del incremento del precio de la electricidad entre 1968-1977 (tabla 1.4), el medio circulante y el índice nacional de precios han aumentado paralelamente (gráfica 1.1). La población económicamente activa en México ha bajado porcentualmente (tabla 1.5), es decir, el problema del desempleo ha aumentado.

TABLA No.1.2

CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA PORCENTUAL DEL PIB.²

Tipo de Actividad	Composición a precios de mercado (%)			
	1960	1965	1970	1975
Agricultura, Ganadería Silvicultura y Pesca	15.9	14.2	11.6	9.6
Petróleo y Petroquímica	3.4	3.8	4.2	4.7
Productos Alimenticios, Bebida y Tabaco	7.1	6.8	6.6	6.1
Electricidad	1.0	1.3	1.8	2.1
Otros	72.6	73.9	75.8	77.5

TABLA No.1.3

INDICADORES DE VOLUMEN DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL³
BASE 1970=100

Año	General	Petróleo y Derivados	Petroquímica	Electricidad
1967	80.9	89.1	55.0	70.3
1968	86.1	84.6	71.6	77.1
1969	93.6	86.2	89.9	88.5
1970	100.0	100.0	100.0	100.0
1971	102.1	102.4	109.4	109.8
1972	112.4	108.6	128.1	121.4
1973	123.8	110.1	143.8	131.7
1974	132.8	126.1	169.6	145.6
1975	139.1	140.1	177.4	156.7
1976	142.9	153.6	192.8	169.2

TABLA No. 1.4

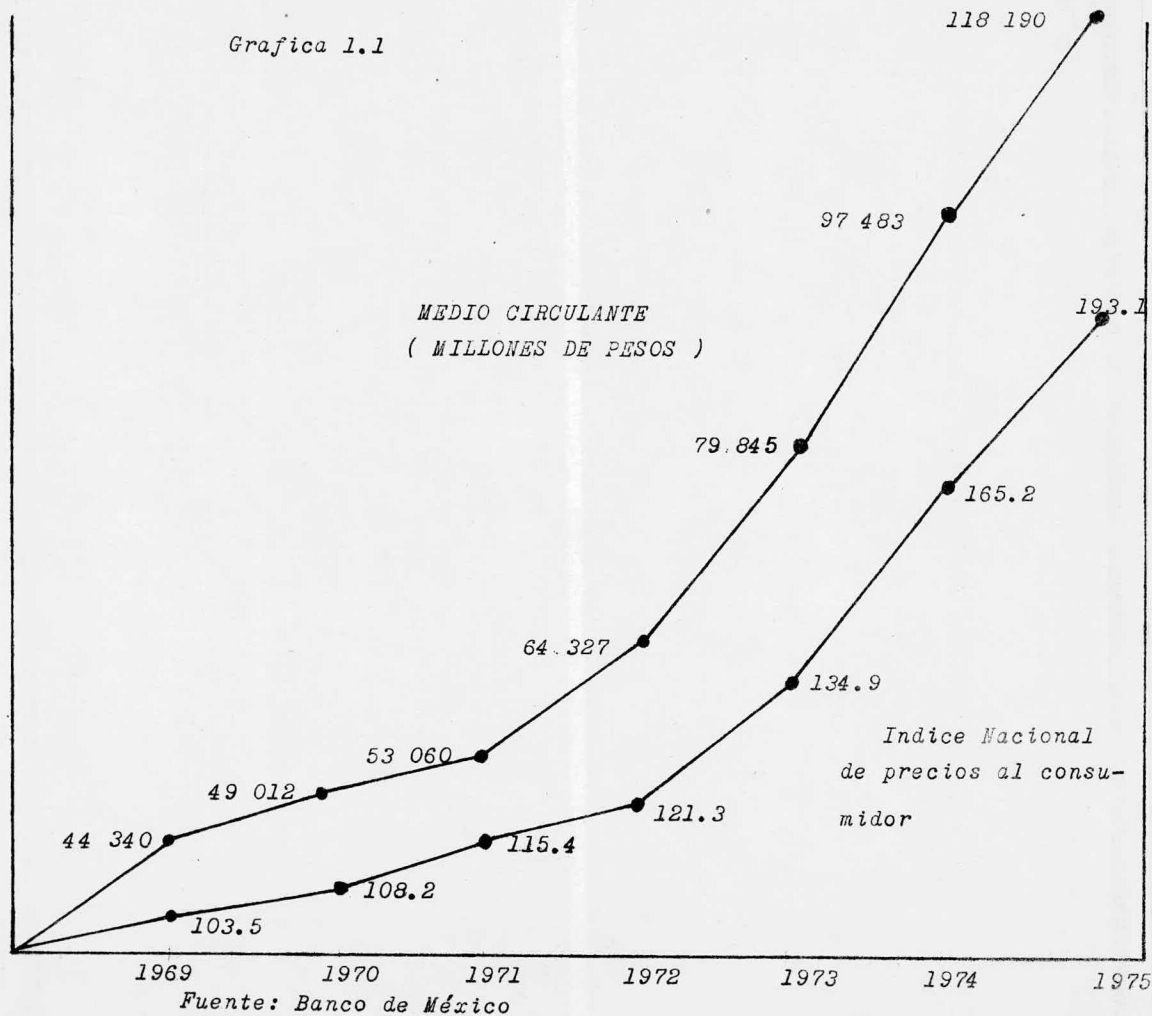
INDICE NACIONAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR³
BASE 1968=100

Año	Indice General	Agricultura Ganaderia - Silvicultura y Pesca	Petróleo y Derivados	Productos Alimenticios Bebidas y Tabacos	Electricidad
1968	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1969	103.5	104.5	100.1	102.3	100.0
1970	108.7	110.2	100.3	107.4	100.9
1971	114.6	107.3	100.7	114.9	101.2
1972	120.3	114.7	102.9	118.5	102.4
1973	134.8	134.6	109.7	136.6	107.7
1974	166.8	176.9	190.0	176.9	125.6
1975	191.8	204.2	246.8	197.7	129.0
1976	222.1	224.9	262.9	224.4	135.2
1977	286.7	272.9	338.3	294.0	154.1

TABLA No. 1.5
 POBLACION Y DESEMPLEO⁴
 (Miles)

Año	Población Total	Económicamente Activa	Porcentaje del Total	Población en edad de trabajar	Desempleados y Subempleados	Porcentaje de los que - están en edad de trabajar.
1960	34 923	10 200	29.2	18 200	8 000	43.9
1970	50 694	12 600	24.8	24 700	12 100	48.9
1976	62 250	14 100	22.6	30 200	16 100	53.3

Grafica 1.1



En los ingresos presupuestales efectivos del gobierno Federal ha habido un incremento del 19 % en promedio de 1965-1976 y la proporción a este ingreso debido a las importaciones ha disminuido 12 % en promedio con respecto a las exportaciones también ha -- disminuido la proporción en 14 % en promedio de 1965-1976. (Tabla 1.6).

En los gastos presupuestales del gobierno Federal ha habido un incremento del 195 % en promedio que es un poco mayor al incremento de sus ingresos de 1965-1976, el porcentaje del gasto del gobierno Federal ha aumentado debido a los intereses y gastos de la deuda, -- (tabla 1.7).

En el comercio exterior de México se ha mantenido un promedio de 54 % en relación a las exportaciones con respecto a las importaciones de 1970-1976 (Tabla 1.8)

TABLA No. 1.6

INGRESOS PRESUPUESTALES EFECTIVOS DEL GOBIERNO
FEDERAL³

(Millones de pesos)

Año	Total	Importación	Exportación
1965	20 093.4	2 651.2	867.0
1966	21 754.9	2 412.4	783.0
1967	22 744.6	2 630.8	564.8
1968	27 347.6	2 901.9	626.0
1969	30 212.1	2 742.9	527.3
1970	33 868.2	3 105.3	420.1
1971	36 529.9	2 893.9	445.8
1972	42 336.3	2 870.4	405.8
1973	53 822.3	3 382.9	469.7
1974	72 893.2	4 574.1	475.9
1975	103 077.9	7 171.9	1 707.9
1976	135 615.5	8 806.4	3 726.8

TABLA No. 1.7

GASTOS PRESUPUESTALES EFECTIVOS DEL GOBIERNO
FEDERAL³
(Millones de pesos)

Año	Total	Gastos de Administración	Intereses y Gastos de la Deuda
1965	28 263.1	7 705.0	1 838.6
1966	26 360.7	8 870.8	2 485.4
1967	28 018.2	9 524.4	2 740.6
1968	32 593.8	10 724.6	3 336.7
1969	39 515.7	11 509.7	3 784.3
1970	40 202.7	12 541.0	4 536.6
1971	41 316.6	13 441.4	4 931.6
1972	59 061.5	16 801.1	5 865.7
1973	81 237.3	21 716.2	7 316.3
1974	104 130.4	28 416.1	10 697.6
1975	145 126.1	43 586.2	13 018.4
1976	191 592.5	56 961.1	22 772.3

TABLA No. 1.8

COMERCIO EXTERIOR³
(Millones de dólares)

Año	Importaciones	Exportaciones	Balanza de Mercancias
1970	2 326,8	1 281,3	- 1 045,5
1971	2 254,0	1 363,4	- 890,6
1972	2 717,9	1 665,3	- 1 052,6
1973	3 813,4	2 070,5	- 1 742,9
1974	6 056,7	2 850,0	- 3 206,7
1975	6 580,2	2 861,0	- 3 719,2
1976	6 029,6	3 297,8	- 2 731,8

CAPITULO II

PANORAMA DE LOS ALIMENTOS EN MEXICO Y EN EL MUNDO

- 2.1. Situación Mundial
- 2.2. Situación en México

2.1 SITUACION MUNDIAL

En el año 1970 comenzó un proceso deficitario mundial en materia de alimentos, que al principio solo repercutió en las reservas, - debido fundamentalmente a 2 hechos:

- 1º En los países desarrollados hubo una disminución en las - - siembras, posiblemente debido a la falta de estímulos económicos al agricultor y que sus reservas llegaron a niveles máximos.
- 2º En los países en desarrollo hubo una cosecha insuficiente, -- causada, al decir de los expertos por unas intensas sequías.

El balance negativo mundial en cuestión de alimentos no se hizo presente sino hasta mediados de 1971, pues aparecieron en el mercado mundial dos grandes consumidores la URSS y China. A partir de ese momento escasearon los cereales en todos los países y el precio se triplicó, subió de 52 dólares la tonelada hasta 174 dólares en algunos casos.

Debido a esta crisis alimentaria, varios países, conjuntamente con la FAO, llamaron a una conferencia mundial en Roma, en Noviembre de 1974.

"No existe solución sencilla ni mucho menos milagrosa. El prog

blema es muy complejo y no se va a resolver ciertamente con declaraciones fantasiosas, dramáticas ó solemnes". Declararon los expertos.

Entre varias tendencias que sucedieron antes de la crisis destaca que, en los decenios 1950 y 1960 los países en desarrollo aumentaron su producción de alimentos en la misma rapidez que los países desarrollados, no así, el crecimiento de población que fué mayor en los países en desarrollo. El crecimiento en la demanda de alimentos fué de 2.5% en los países desarrollados contra 3.5% en los países en desarrollo.

El aumento de los precios del petróleo no solo ha repercutido en el alza de combustible, sino que, también se han encarecido las materias primas para la producción de fertilizantes.

Sobre la demanda y la oferta de alimentos las proyecciones son poco sólidas, ya que con lo único que se cuenta son las tendencias históricas y pueden variar muy drásticamente, a reserva de una serie de hipótesis y limitaciones, podemos extrapolar, ahora bién, para escoger el período del cual extrapolar los especialistas han tomado el período de 1963-1973, después de discutirlo mucho. Los resultados dan un índice anual de crecimiento de la producción entre 1974-1985

de 2,4% para los países desarrollados, del 2,6% para los países en desarrollo y del 3,5% para Europa Oriental y la URSS. Esto se refiere a tendencias pero pueden variar la producción debido a otras -- consideraciones por ejemplo el tiempo que, como ya sabemos puede -- variar drásticamente de un año a otro, pero que raramente es malo en casi toda la superficie de la tierra como ocurrió en 1972 .

"El problema alimentario tiene raíces profundas que rebasan, y en mucho, el simple ámbito de la producción, del desarrollo económico y de la nutrición. Sin la voluntad de saber porqué, quién, cuanto y donde se padece hambre y sin planificar en consecuencia, la solución no esta cerca" dijeron los especialistas en la conferencia de Roma .

En 1974 en Roma se creó un Consejo Mundial de la Alimentación que constituye un órgano de coordinación, en el sistema de las Naciones Unidas, para la producción alimentaria, la nutrición, la seguridad alimentaria, el comercio de productos alimenticios, la ayuda alimentaria y todas las demás cuestiones conexas.

Junto al problema de producción de alimentos figura el de la -- nutrición; entre varios datos publicados en diversos artículos puede -- observarse:

1º De 97 países en desarrollo, 61 arrojaron un déficit de exis-

tencias de energía alimentaria en 1970.

2° En todo el mundo la mala nutrición afectó a unas 460 millones de personas (en 1975).

3° La distribución de la energía alimentaria no es igual en toda la población de un país, así tenemos que por ejemplo en el Brasil, La India y Túnez, por ser países muy dispersos, un 20% de su población recibe unicamente la mitad de la ingestión de -- energía requerida.

2.2 SITUACION EN MEXICO

Después de 1940, México comenzó a incrementar en forma muy importante su producción de alimentos, lo cual contribuyó a una disminución paulatina de sus importaciones en materia alimentaria. Durante el período 1960-1970 continuó mejorando la producción de alimentos, - por lo cual, México se convirtió en un exportador de alimentos; durante esta década se exportó: frutas, jitomates, café, azúcar, camarón, - ganado en pie; también se exportaron cantidades significativas de cereales, leguminosas y oleaginosas.

Durante la década de 1960-1970 México exportó 7.14 millones de toneladas de cereales, sobre todo maíz y trigo, medio millón de toneladas de frijol, 2.76 millones de toneladas de verduras, especialmente jitomate, 1.75 millones de toneladas de frutas, fundamentalmente, plátano, naranja y fresa, más de medio millón de toneladas de productos -- animales, entre las que destacaron, carnes de res, y camarón, más de medio millón de animales en pie por año y cerca de 5 millones de toneladas de azúcar. En total México exportó 17.6 millones de toneladas - de alimentos y cerca de 5 millones de becerros.

En este mismo período la importación fué baja, con un promedio de 148 800 toneladas decereales por año y 5 000 toneladas de leche en

polvo por año, los otros alimentos que se importaron apenas si son significativos.

A partir de 1968 se empezó a percibir signos de que la situación estaba cambiando; la producción no aumentó con la misma rapidez lo que ocasionó que se incrementaran las importaciones, disminuyera la cantidad de exportaciones sobre todo los productos de consumo básico, - hasta casi detenerse.

En el período 1971-1977 la producción de cereales ha disminuido y se han incrementado las importaciones y el consumo per capita - casi no ha cambiado, disminuyó ligeramente y últimamente se ha elevado, pero en muy bajo porcentaje, (tabla 2.1) La superficie total cosechada -- no ha aumentado, sino que se ha mantenido casi igual y en 1976 disminuyó casi en un millón de hectáreas con respecto al año anterior (tabla 2.2).

La contribución al Producto Interno Bruto del sector agrícola ha disminuido en el período 1971-1976 desde 8.12% en 1971 hasta 7.70 en - 1976, en 1972 llegó a ser 7.38% que fué el peor año de la agricultura en el período 1971-1976, no solo en México sino en todo el mundo (tabla 2.3).

Durante el período 1961-1976 la producción agrícola ha aumentado; considerando la producción de 1961-1965 como 100 para 1976 tenemos 143,

TABLA No. 2.1

PRODUCCION ANUAL DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS AGRICOLAS 1970-1977 ⁵

(Miles de Toneladas)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
CULTIVOS BASICOS								
Maíz	8,879	9,786	9,223	8,355	7,847	8,459	8,017	8,991
Frijol	925	921	869	1,009	971	1,027	740	745
Arroz	405	369	375	451	492	717	463	481
Caña de Azucar	34,651	32,711	31,873	32,713	33,499	34,366	31,387	31,500
Oleaginosas	772	927	879	1,120	985	1,411	683	1,273
Trigo	2,676	1,831	1,809	2,091	2,789	2,798	3,363	2,451

TABLA No. 2.2

SUPERFICIE COSECHADA ANUAL DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS AGRICOLAS 1970-1977^{5,6}

(Miles de Has.)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
CULTIVOS BASICOS	11,396	11,603	11,021	10,387	10,490	10,949	10,246	11,267
Maíz	7,440	7,692	7,292	6,418	6,720	6,694	6,783	7,387
Frijol	1,747	1,932	1,687	1,870	1,552	1,753	1,316	1,550
Arroz	150	154	145	150	173	257	159	173
Caña de Azúcar	548	481	465	502	491	479	496	480
Oleaginosas	626	730	745	807	780	988	598	993
Trigo	886	614	687	640	774	778	894	728
Otros	2,385	2,244	2,496	2,590	2,585	2,632	2,491	2,670
T O T A L	13,781	13,847	13,517	12,977	13,075	13,581	12,737	13,937

TABLA No. 2.3

CONTRIBUCION DEL SECTOR AGRICOLA AL P I B.^{2, 6}
1971 - 1976.

(Millones de Pesos)

AÑO	AGRICULTURA	P I B	%
1971	36 725.9	452 400	8.12
1972	37 803.5	451 230	7.38
1973	49 589.8	619 600	8.00
1974	63 670	813 700	7.82
1975	77 666.5	1 000 900	7.76
1976	92 508.4	1 200 800	7.70

durante los años 1971,72,73 se mantuvo en 133 (tabla 2.4). Pero en lo que corresponde al producto agrícola total por persona, tenemos que, ha disminuído en el mismo período; considerando entre 1961-1965 como 100, para 1976 sólo corresponde 94 (tabla 2.4).

La producción total de alimentos se ha incrementado desde 1961 (tabla 2.4) Pero, la producción de alimentos por persona no ha aumentado tan rápidamente, como era de esperarse sino que su aumento ha sido de 104 para 1976, considerando entre 1961-1965 como 100 (tabla 2.4).

El programa Nacional de alimentación (PRONAL) propone, como varias instituciones más, metas mínimas de disponibilidad de alimentos y poder establecer un programa a seguir para lograr la producción de los alimentos.

La distribución de alimentos no es uniforme, ya que un 30% de la población solo recibe un 10% de los productos agrícolas y un 15% consume casi el 50% de dicha producción.

Ultimamente han aparecido noticias en todos los medios de difusión masiva, referentes al problema del campo en México, han sido, de parte de la Iniciativa Privada (COPARMEX, CANACINTRA y ASOCIA--

CIÓN NACIONAL DE BANQUEROS), como de funcionarios públicos (Secretarías de la Reforma Agraria, de Hacienda y Crédito Público y de Patrimonio y Fomento Industrial, etc.) y Organizaciones Campesinas (CNC, y CNPP).

En términos generales podemos señalar que casi todas las declaraciones hacen referencia a la actual política agropecuaria, la cual - considera que es necesario capitalizar el campo mexicano con el fin de que éste pueda incrementar su productividad y superar los problemas del desempleo.

Actualmente la población rural es de 40% de la población total del país, de los cuales, el 22% de la población rural se considera económicamente activa, pero solo trabajan el 23% de la población rural económicamente activa; el resto se les considera subempleados.

Si se llegará a capitalizar el campo se beneficiaría casi la mitad de la población. Se han propuesto varias formas para solucionar el - problema de la capitalización del campo que van desde el fomento a la agroindustria hasta la asociación entre campesinos y capitalistas extranjeros. Se tienen que analizar las diferentes formas para solucionar el problema del campo y escoger alguna o varias y conjugarlas, para poder solucionar éste problema, que es de los mayores que tiene el país.

TABLA No. 2.4

PRODUCCION DE ALIMENTOS EN MEXICO ⁷
Base 1961-1965=100

Año	Producción Agrícola - Total.	Producción Agrícola - Total por Persona	Producción Total de - Alimentos	Producción de Alimentos - por Persona
1961				
1965	100	100	100	100
1966	115	104	117	107
1967	116	102	122	107
1968	120	102	124	105
1969	118	98	125	103
1970	123	99	133	106
1971	133	103	142	110
1972	133	99	142	106
1973	133	96	144	104
1974	138	97	146	102
1975	137	93	151	103
1976	143	94	158	104

CAPITULO III

PANORAMA DE LOS ENERGETICOS EN MEXICO Y EN EL MUNDO

- 3.1. Situación Energética Mundial
 - 3.1.1. Demanda de Energía
- 3.2. Perspectivas Mundiales
 - 3.2.1. Fuentes de Energía
 - 3.2.2. Energía Primaria
 - 3.2.3. Petróleo Crudo
 - 3.2.4. Gas Natural
 - 3.2.5. Carbón
 - 3.2.6. Otros Combustibles Fósiles
 - 3.2.7. Energía Nuclear
 - 3.2.8. Hidroelectricidad
 - 3.2.9. Energía Geotérmica
 - 3.2.10. Energía Solar y Otras Renovables
- 3.3. Reservas Mundiales de las Fuentes de Energía.
 - 3.3.1. Petróleo
 - 3.3.2. Gas
 - 3.3.3. Petróleo Crudo
 - 3.3.4. Uranio
- 3.4. Situación Energética de México
- 3.5. Reservas y Producción de Fuentes Energéticas en México
 - 3.5.1. Petróleo y Gas
 - 3.5.2. Carbón
 - 3.5.3. Uranio
 - 3.5.4. Energía Hidráulica
 - 3.5.5. Energía Geotérmica

3.1 SITUACION ENERGETICA MUNDIAL

3.1.1 Demanda de Energía

La demanda de energía esta estrechamente ligada al crecimiento económico, por lo que este parámetro se toma como base para calcular la demanda de energía.

Si se toman dos suposiciones: un crecimiento económico "bajo" de 3% anual y uno de 4.2% anual "alto"; con el crecimiento económico "bajo" el ingreso promedio por per-cápita podría duplicarse hacia el año 2020 y con crecimiento alto se triplicaría. Si la energía y el ingreso mantuvieran la misma relación que en los pasados 50 años las proyecciones resultantes podrían llevar a una demanda de energía en el año 2020 superior entre cuatro a seis veces el consumo actual.

La oferta (potencial) mundial de energía para el año 2020 será entre $191-225 \times 10^{15}$ Kcal. o entre $225-258 \times 10^{15}$ Kcal. para un crecimiento económico "bajo" (3%) ó "alto" (4.2%) respectivamente.

De la suposición de crecimiento económico "bajo" se presentan cuatro alternativas que dependen de los precios de los energéticos que pueden variar desde "precios medios" hasta "precios altos" con restricciones en la oferta de energía para el crecimiento

"alto" se presentan cinco alternativas que varían de la misma -
forma que en el caso del crecimiento económico "bajo" (tabla 3.1)

TABLA No. 3.1

DEMANDA MUNDIAL POTENCIAL DE ENERGIA PRIMARIA⁸

Consumo mundial en 1975 (incluye 6.21 kcal x 10¹⁵
de madera)

Suponiendo tendencia histórica (a tasas de creci-
miento constante

AÑO 2020
KCAL x 10¹⁵

1960 - 1975	466
1933 - 1975	423
1925 - 1975	297

Crecimiento del Producto Nacional Bruto

Bajo (3% anual)

L1. Demanda no restringida por efecto de precios	272
L2. Efecto de "precios medios"	228
L3. Efecto de precios altos	215
L4. Efecto de precios altos y restricciones en oferta de petróleo crudo.	199

Crecimiento alto (4.2% anual)

H1. Demanda no restringida por efecto de precios	462
H2. Efecto de precios medios	391
H3. Efecto de precios altos	368
H4. Efecto de precios altos y - restricciones en oferta de petróleo crudo.	340
H5. Respuesta a precios altos con restricciones en oferta de - - energía.	240

DEMANDA MUNDIAL POTENCIAL DE ENERGIA PRIMARIA

Oferta potencial de energía en el año 2020

Crecimiento económico bajo (3% anual)	191-225
Crecimiento económico alto (4.2% anual)	225-258

3.2 PERSPECTIVAS MUNDIALES (1985-2000)⁹

Sobre el tema de perspectivas mundiales para la demanda y oferta de energía se han realizado varios estudios, uno de ellos es el realizado por el WORKSHOP ON ALTERNATIVE ENERGY STRATEGIES, WAES.

En su elaboración participaron representantes de 15 países. Al cabo de dos años y medio de investigación entre las principales conclusiones destacan las siguientes:

- I) La producción de petróleo será insuficiente para hacer frente a la creciente demanda. Es muy probable que esto ocurra entre 1985 y 1995.
- II) La demanda de energía seguirá creciendo aún cuando los gobiernos adopten políticas vigorosas para conservar la energía.
- III) La necesidad de satisfacer la demanda de energía requiere el desarrollo vigoroso de recursos alternativos.

La modificación de la economía mundial dominada por el petróleo debe empezar ya. El desarrollo de las alternativas llevará entre 5 y 15 años.

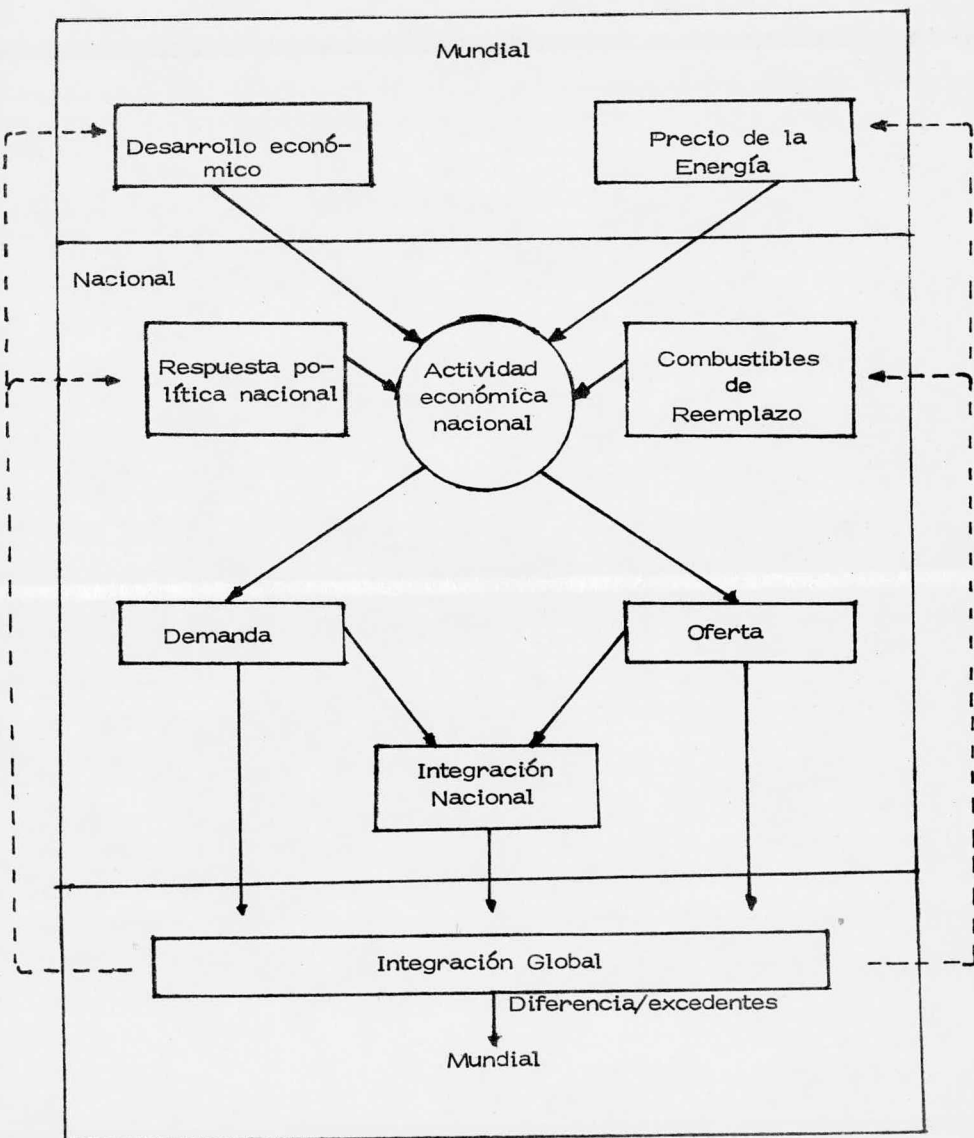
- IV) La electricidad generada en centrales nucleares puede - contribuir *de* manera importante en la oferta global de energía, pese a que aún no ha sido aceptada mundialmente.
- V) El carbón, cuyas reservas son abundantes, es un participante potencial de gran importancia en la satisfacción de las futuras necesidades.
- VI) Las reservas de gas natural son suficientemente grandes para satisfacer la demanda esperada, siempre y cuando los incentivos sean suficientes para promover un transporte intercontinental masivo y sumamente costoso.
- VII) Exceptuando la electricidad de origen hidráulico, los demás recursos renovables como son: el sol, la energía eólica, la energía de las olas, etc., no contribuirán de manera significativa y a nivel global en la oferta de energía durante este siglo.
- VIII) Una mayor eficacia en la utilización de la energía puede reducir bastante la demanda, disminuyendo las diferencias entre -- ésta y la oferta energética. La política de conservación de energía deberá convertirse en elemento clave de cualquier estrategia - energética futura.
- IX) La interdependencia crítica de las naciones en materia energ

gética requiere de un esfuerzo de colaboración internacional sin precedentes.

X) Los estudios de WAES indican que se puede ahorrar mucha energía. Es más, la conservación puede ser la mejor de las -- alternativas energéticas disponibles. Sus ventajas y beneficios -- son sustanciales.

WAES nos presenta un marco de referencia en el cual puede observarse las variables más significativas a nivel mundial y nacional -- (Fig.3.1), de este marco de referencia se puede concluir que los pronósticos de demanda y oferta de energía pueden variar muy drásticamente -- pues existen muchas posibilidades de un cambio brusco en cualquiera de las variables presentadas, lo cual repercutiría a nivel nacional y mundial.

Figura 3.1⁹



3.2.1. Fuentes de Energía

Sobre las fuentes de energía en los estudios realizados por WAES, y la Conferencia Mundial de Energía dejan abierta la posibilidad de tomar la política energética más conveniente para cada país, nos dan un panorama mundial de las fuentes de energía, de perspectivas y las recomendaciones más adecuadas según estudios. A continuación se mencionan los puntos más importantes para cada fuente de energía.

3.2.2. Energía Primaria

Aún con la implantación de medidas vigorosas de uso -- eficiente de energía, habrá un aumento en la demanda de todas -- las formas de energía, pero la preferencia de los consumidores por el petróleo puede retardar la sustitución por otros combustibles, en tanto esten disponibles los suministros de petróleo.

3.2.3. Petróleo Crudo

La demanda mundial de petróleo aumentará hasta el período 1985 a 1995, cuando el consumo se restringirá dentro de -- los límites establecidos en el suministro potencial de petróleo. -- Las fuentes convencionales de petróleo se utilizarán para usos -- prioritarios, tales como transporte y materia prima para los -- productos químicos hasta fines del siglo, pero un período prolon

gado en estos usos, implica una declinación en el uso del petróleo para *calefacción* en los años ochenta; por otra parte se espera, después del año 2000, un aumento de la electricidad para el transporte.

3.2.4. Gas Natural.

El gas natural es un combustible limpio y conveniente, muy adecuado para uso doméstico, comercial e industrial. Sus reservas mundiales son grandes y es poco probable que lleguen a limitar la producción en los próximos 25 años. Sin embargo, el papel futuro del gas natural como fuente de energía, no estará determinado por el monto de los recursos, sino más bien por los problemas de transportación y distribución.

Las reservas más importantes de gas están lejos de los mercados potenciales. El gas es un combustible tan conveniente desde el punto de vista de su uso y de la interacción con el medio ambiente, que se justifican los esfuerzos para resolver los problemas que limitarían su desarrollo.

3.2.5. Carbón

Conforme se llega al pico de producción de petróleo y se inicia su declinación, los combustibles sustitutos tendrán -

que incrementar su participación. El carbón será uno de los sustitutos más importantes en muchos países. En teoría, los volúmenes disponibles hacen posible incrementar la producción de carbón significativamente. El carbón puede sustituir al petróleo y gas natural en la generación de electricidad y en la producción de calor industrial.

Una de las oportunidades más interesantes a largo plazo para el carbón se encuentra en su conversión a petróleo o gas sintéticos.

3.2.6. Otros Combustibles Fósiles

El crudo pesado, las arenas bituminosas y los esquistos bituminosos, son de interés inmediato, sobre todo porque pueden convertirse en combustibles líquidos, similares a los obtenidos a partir del petróleo crudo y porque pueden alimentar la infraestructura energética existente.

Las actividades de desarrollo a la fecha sugieren que las distintas tecnologías para extraer el petróleo a partir de los esquistos tienen costos sustancialmente más elevados que los correspondientes al petróleo.

3.2.7. Energía Nuclear

No se ha tratado de buscar un consenso respecto a como y cuando culminará el debate nuclear en los distintos países. En lugar de esto se presenta la magnitud de la posible contribución de un programa intenso y continuado de energía nuclear a la satisfacción de las necesidades de energía primaria del mundo entre los años 1985 y 2000.

El nivel máximo supone que la energía nuclear será el principal reemplazante de los combustibles fósiles y que los obstáculos políticos y técnicos serían resueltos a tiempo. El nivel mínimo también supone una solución temprana de los obstáculos que retrasan actualmente el desarrollo nuclear en muchas partes del mundo, pero en este caso la base de reemplazo es el carbón. En términos de energético primario, la energía nuclear podría corresponder a un mínimo de 14% de las necesidades totales, o bien a un máximo de un 21% de las necesidades totales para el año 2 000 que representan respectivamente 22 millones de barriles por día de petróleo crudo equivalente, o bien 43 millones de barriles de petróleo crudo equivalente por día.

En el caso del desarrollo mínimo, la tasa de crecimiento - anual para la energía nuclear sería de 11% mientras que, en el caso del máximo posible, habría que crecer con ritmos - anuales del 14% por año. Estas elevadas tasas de creci--- miento parte, sin embargo, de las capacidades relativamente pequeñas que se tienen actualmente.

3.2.8. Hidroelectricidad

La energía hidroeléctrica es actualmente una importante fuente de energía en muchos países y continuará siéndolo en el mundo del futuro. La mayor parte de la expansión hidroeléctrica ocurrirá en las áreas que se encuentran en desarrollo, donde se estima que solo un 4% del potencial ha sido aprovechado. Aún cuando las perspectivas de una expansión hidroeléctrica son enormes en los países en desarrollo, el crecimiento se encuentra restringido por la localización de los sitios potenciales y por los largos tiempos requeridos en la construcción de los proyectos. Los pronósticos muestran que la hidroeléctricidad, en Europa Occidental, Japón y América del Norte, pasara de 5 millones de barriles por día de petróleo equivalente en 1972 a un máximo de 7.5 millones de barriles por día de petróleo equivalente, para el año 2 000.

3.2.9. Energía Geotérmica

La energía geotérmica puede obtenerse del vapor natural, o a partir de rocas calientes y secas. El vapor natural es económicamente competitivo, pero los recursos están muy limitados, ya que se requiere una combinación relativamente rara, desde el punto de vista geológico, de rocas calientes, un sistema subterráneo de agua y una cubierta impermeable de roca que mantenga el vapor en su lugar.

3.2.10. Energía Solar y Otras Renovables

Los esfuerzos de investigación y desarrollo sobre calefacción solar, energía eléctrica a base del sol, energía de las mareas, junto con otras fuentes energéticas renovables, han recibido ultimamente mucho apoyo, debido a que para el largo plazo representan fuentes limpias y de magnitud considerable. Algunas aplicaciones como el calentamiento del agua por medio del sol, o la calefacción solar, son ya competitivas en algunos países y serán, desde un punto de vista económico, cada vez mejores, a medida que las alternativas convencionales se vuelven más costosas.

3.3. RESERVAS MUNDIALES DE LAS FUENTES DE ENERGIA EN EL MUNDO.¹⁰

3.3.1. Petróleo.

Según los datos proporcionados por el Oil and Gas Journal (dic. 26, 1977), las reservas probadas de petróleo al 1º de Enero de 1978 ascienden a 654,848 millones de barriles, 7.82% mayores a las del año 1977, en tanto - que en 1976 llegaban a 598,990 millones de barriles. (Ver - tabla 3.2)

Los principales poseedores de reservas de crudo se presentan en (la tabla 3.3)

Por otra parte los expertos de WAES, consideran las reservas mundiales de petróleo en 2×10^{12} barriles de los cuales entre el 75 y 80% podrían estar localizados en - los países no socialistas. Además hacen dos suposiciones para la tasa de incorporación de reservas: un estimado alto, de 20,000 millones de barriles por año y un estimado bajo - de 10,000 millones de barriles por año, que pueden compa-- rarse con la incorporación histórica promedio de 18,000 - - millones de barriles por año.

TABLA No. 3.2

RESERVAS Y PRODUCCION MUNDIALES DE PETROLEO CRUDO.^{11, 12}

(Millones de Barriles)

Año	Reservas	Producción
1960	266 555	7 689.9
1965	365 124	11 058.5
1970	583 596	16 634.5
1971	559 678	17 471.9
1972	681 586	18 187.5
1973	644 922	21 134.0
1974	700 047	21 174.6
1975	656 059	20 116.7
1976	598 782	21 775.2
1977	645 847.9	22 602.7
1978		20 178.6

TABLA No. 3.3

PRINCIPALES POSEEDORES DE RESERVAS DE PETROLEO CRUDO^{11, 12}
AL 1º DE ENERO DE 1978.

(Millones de Barriles)

P a í s	Reservas	%	Acumulado %
Arabia Saudita	150,000	23.23	23.23
URSS	75,000	11.60	34.83
Kuwait	67,000	10.37	45.20
Irán	62,000	9.60	54.80
Irak	34,500	5.34	60.14
EAU (Abu Dhabi y Dubai)	32,400	5.02	65.16
EU	29,500	4.57	69.73
Libia	25,000	3.87	73.60
China	20,000	3.10	76.70
Reino Unido	19,000	2.94	79.64
Nigeria	18,700	2.89	82.53
Venezuela	18,200	2.82	85.35
México	14,000	2.17	87.52
Indonesia	10,000	1.55	89.07

654,848

3.3.2. Gas.

Durante 1977 se incrementaron en 9.3% las reservas mundiales de gas comparadas con las del año anterior, - alcanzando un volumen de $2,519.6 \times 10^{12}$ pies cúbicos; frente a $2,303.7 \times 10^{12}$ pies cúbicos estimadas en 1976.

Las reservas de gas se encuentran distribuidas en el mundo como se muestra en la tabla 3.4

3.3.3. Carbón.

Las reservas de carbón estimadas como técnica y económicamente recuperables, suman 636 364 millones tec - (1 tec = tonelada equivalente de carbón = 6.89×10^{12} Kcal), como se muestra en la tabla C.

En la actualidad, el problema principal se centra - en los mercados potenciales del carbón, cuyo desarrollo es aún insuficiente debido a la abundancia de otras fuentes de energía - y a sus bajos precios. Este hecho desvirtúa el interés o la - confianza de los inversionistas en el desarrollo de la industria carbonífera.

La escasez mundial de petróleo que se desencadenará dentro de 10 o 15 años, según varios estudios (WAES, Con

TABLA No. 3.4

PRINCIPALES PAISES POSEEDORES DE RESERVAS DE GAS -
NATURAL EN EL MUNDO AL 1º DE ENERO DE 1978.^{11, 12}

(10⁹ Pies Cúbicos)

	<u>Reservas</u>	<u>%</u>	<u>% Acumulado</u>
URSS	920,000	36.51	36.51
Irán	500,000	19.84	56.35
EU	210,000	8.33	64.68
Argelia	125,000	4.96	69.64
Arabia Saudita	85,000	3.37	73.01
Holanda	60,000	2.38	75.39
Canadá	58,000	2.30	77.69
Nigeria	43,000	1.71	79.4
Venezuela			
Katar	40,000	1.59	82.62
Australia	32,000	1.27	83.89
Kuwait	31,500	1.25	85.14
México	30,000	1.19	86.33
Reino Unido	29,000	1.15	87.48
Libia	25,700	1.02	88.5
China	25,000	1.00	89.5
Total Mundial	2,519,659		

TABLA No. C

DISTRIBUCION DE LOS RECURSOS MUNDIALES DE CARBON,
POR CONTINENTES¹³

Antracita y carbones bituminosos

<u>Continente</u>	<u>Recursos geológicos en 10⁶ tec</u>	<u>%</u>	<u>Reservas técnica y económicamente recu- perables en 10⁶ tec.</u>	<u>%</u>
Africa	172,714	2	34,033	7
América	1,308,541	17	126,839	26
Asia	5,494,025	71	219,226	44
Australia	213,890	3	18,164	4
Europa	<u>535,664</u>	<u>7</u>	<u>94,210</u>	<u>19</u>
T o t a l	7,724,834	100	492,472	100

Lignito y carbones sub-bituminosos

Africa	190	-	90	-
América	1,408,838	59	71,081	49
Asia	887,127	37	29,626	21
Australia	49,034	2	9,333	7
Europa	<u>55,241</u>	<u>2</u>	<u>33,762</u>	<u>23</u>
T o t a l	2,400,430	100	143,992	100

T O T A L

Antracita	7,724,834	76	492,472	77
Lignito	<u>2,400,430</u>	<u>24</u>	<u>143,992</u>	<u>23</u>
Suma	10,125,264	100	636,364	100

ferencia Mundial de Energía WEC, encuesta Delfi, etc), -- obligaría a incrementar el uso de otros combustibles, y los únicos sustitutos accesibles en un futuro cercano son los vastos recursos nucleares y carboníferos. El carbón constituye una materia prima aplicable a múltiples usos energéticos. -- En efecto, el carbón se utiliza actualmente en la generación eléctrica, en la obtención de gas del carbón y combustibles líquidos y como materia prima en la industria carboquímica (ya sea como coque o como carbón activado, muy ventajoso en términos de la protección ambiental.)

No obstante, cabe recordar que el carbón ofrece ventajas y desventajas: en primer lugar, la minería del carbón requiere de una amplia gama de grados de destreza técnica; por otra parte, es una sustancia de bajo contenido de hidrógeno y elevada composición molecular, por lo que su proceso de transformación exige una tecnología sofisticada.

3.3.4. Uranio

Desde 1975 a la fecha, los precios del uranio han seguido la tendencia ascendente manifestada por todas las fuentes de energía; la inflación resertida por los costos de recuperación del Uranio ha sido un factor significativo. De esta forma, a pesar de que el grupo de trabajo de la NEA (NUCLEAR ENERGY AGENCY) ha mantenido el concepto de "Categorías-Costo" y no el de "Categorías-precio" en sus definiciones de los recursos y reservas de Uranio, se hace nuevamente necesario revisar la amplitud de estas categorías. Los parámetros de costo adoptados se sitúan actualmente en US \$ 80/ Kg.U. (US \$ 30/ Lb U₃ O₈) y 80-130 US \$/Kg U. (30-50 US\$/lb U₃ O₈) lo que implica un cambio considerable frente a los rangos de 1975 (US\$ 15/lb U₃ O₈ y 15-30 US \$/ lb U₃ O₈). Considerando los efectos de la inflación antes señalados, el rango actual y el de 1975 no resultarían comparables en términos de costo, aunque si lo son en términos de volumen.

Aún cuando las bases para calcular los costos a fin de estimar los recursos son similares de país a país, existen algunas diferencias. El Grupo de Trabajo (de la NEA)

ha concluído que estas diferencias no afectan significativamente la comparabilidad de las cifras de los recursos. Generalmente, sin embargo, la mayoría de las bases de costos incluyen no solo los costos directos de minería y procesamiento, sino también los gastos de capital erogados en el mantenimiento de la unidad de producción. Los costos -- efectuados de exploración, comunmente no se incluyen.

En la tabla 3.5 se presentan las reservas mundiales de Uranio correspondiendo: 1441 000 toneladas métricas de Uranio razonablemente aseguradas a un costo menor de 80 US \$/Kg U (menor de 30 US \$/Lb U₃O₈) y 567 000 toneladas de uranio razonablemente aseguradas a un costo entre 80-130 US \$/ Kg U (30-50 US \$/ lb U₃O₈) con respecto a los recursos adicionales estimados se presentan también dos categorías, correspondiendo 1 453 000 toneladas de Uranio con un costo menor de 80 US \$/Kg. U (menor de 30 US \$/ Lb U₃O₈) y 627 000 toneladas de Uranio a un costo entre 80-130 \$ US / Kg U (30-50 US \$/ lb U₃O₈).

No se incluye información de la URSS, Europa - Oriental ni de China, por no haber datos disponibles; por -

TABLA No. 3.5
RESERVAS Y RECURSOS MUNDIALES DE URANIO ¹⁴

PAIS	Recursos razonablemente asegurados		Recursos adicionales estimados.	
	Datos Disponibles al 1º de Enero de 1977.		Datos Disponibles al 1º de Enero de 1977.	
	(1 000 Tons. U)		(1 000 Tons. U)	
	Menor de 80 \$US/Kg U	80-130 US\$/Kg U	Menor de 80 \$US/Kg U	80-130 \$US/Kg U
	Menor de 30 \$/lb U ₃ O ₈	30-50 S/lb U ₃ O ₈	Menor de 30 \$/lb U ₃ O ₈	30-50 \$/lb U ₃ O ₈
	RESERVAS		RESERVAS	
Argelia	28.	-	50	-
Argentina	17.8	24	-	27
Australia	237	-	42	-
Austria	1.8	-	-	-
Brasil	9.7	0.7	8.8	-
Camerún	-	-	-	-
Canadá	167	15	392	264
República Central Africana	8	-	8	-
Chile	-	-	5.1	-
Dinamarca	-	5.8	-	8.7
Finlandia	-	1.9	-	-
Francia	37	14.8	24.1	20.0

TABLA No. 3.5

RESERVAS Y RECURSOS MUNDIALES DE URANIO

PAIS	Recursos razonablemente asegurados			Recursos adicionales estimados		
	Datos Disponibles al 1° de Enero de 1977.			Datos Disponibles al 1° de Enero de 1977.		
	(1 000 Tons. U)			(1 000 Tons. U)		
	Menor de 80 \$UX/Kg U	80-130 US\$/Kg U		Menor de 80 \$US/Kg U	80-130 \$US/Kg U	
	Menor de 30 \$/lb U ₃ O ₈	30-50 \$/lb U ₃ O ₈		Menor de 30 \$/lb U ₃ O ₈	30-50 \$/lb U ₃ O ₈	
	RESERVAS			RESERVAS		
Gabón	20	-		5	5	
República Fed. de Alemania	1.5	0.5		3	0.5	
India	3.4	25.8		0.8	22.5	57
Italia	1.2	-		1	-	
Japón	7.7	-		-	-	
Corea	-	2.4		-	-	
México	5.5	-		2.8	-	
Nigeria	40	10		20.	10	
Portugal	6.8	1.0		0.9	-	
Sudáfrica	306	42		34	38	
España	6.8	-		8.5	-	
Sudán	-	-		-	-	

TABLA No. 3.5

RESERVAS Y RECURSOS MUNDIALES DE URANIO

Recursos razonablemente asegurados		Recursos adicionales estimados			
Datos Disponibles al 1º de Enero de 1977		Datos Disponibles al 1º de Enero de 1977			
(1 000 Tons. U)		(1 000 Tons. U)			
Menor de 80 \$US/Kg U		80-130 US\$/Kg U	Menor de 80 \$US/Kg U		80-130 \$US/Kg U
Menor de 30 \$/lb U ₃ O ₈		30-50 \$/lb U ₃ O ₈	Menor de 30 \$/lb U ₃ O ₈		30-50 \$/lb U ₃ O ₈
RESERVAS			RESERVAS		
Suecia	1	300	3	0	
Turquía	4.1	-	-	-	
Reino Unido	1.8	0.4	4	1.2	1
Estados Unidos	523	120	838	215	1
Yugoslavia	4.2	2.3	-	15.2	
Zaire	1.8	-	1.7	-	
Total Redondeado	1 441	567	1 453	627	

lo mismo la expresión "Mundo" queda circunscrita a los demás países.

El término "recursos razonablemente asegurados" se refiere a Uranio, localizado en yacimientos de minerales conocidos, de cierta ley y cantidad que puede ser, recuperada dentro del rango de costos y precios vigentes al explotarse, así como a los métodos y sistemas de extracción aplicables. Las estimaciones de tonelaje y ley se basan en datos específicos de muestras, así como en dimensiones y características conocidas del yacimiento.

En término "recursos adicionales estimados" alude al Uranio que se espera encontrar adyacente a los recursos razonablemente asegurados, principalmente con base en una evidencia geológica directa, ya sea:

- a) En extensiones de depósitos bien explorados.
- b) En yacimientos poco explorados
- c) En yacimientos no descubiertos que se supone que existen a lo largo de características - - geológicas bien definidas y provistas de depósitos conocidos.

3.4 SITUACION ENERGETICA DE MEXICO.¹⁵

La demanda de energía se ha incrementado debido a varios factores entre los que destacan: el aumento de población, el mejoramiento en la distribución de la energía.

La demanda de energía eléctrica se ha incrementado 9.4% anual durante los últimos 10 años y la energía eléctrica instalada se ha incrementado en 8.1% anual en el mismo período. La tabla 3.6 muestra la energía instalada y generada desde 1964 cada 6 años hasta el año 2 000.

TABLA No. 3.6

Año	Capacidad Instalada (M W)	Energía Neta Generada (G · W H)
1964	4 696	15 763
1970	7 457	28 654
1976	12 842	47 202
1982	20 000	86 000
1988	32 000	151 000
1994	52 000	265 000
2000	84 000	466 000

NOTA: 1MW = 10^6 Watts.
1 GWH = 10^6 de KWH.

El crecimiento demográfico actual es de 3.5% anual. Para el futuro se consideran 3 posibilidades.

- 1º Que exista un decremento de 0.5% anual en el crecimiento demográfico actual cada 6 años (caso A).
- 2º Que el decremento sea de 0.25% anual cada 6 años (caso B).
- 3º Que el decremento sea de 0.1% anual cada 6 años (caso C).

La Tabla 3.7 nos presenta la población del país de 1976 al año 2 000 cada 6 años con respecto a los casos A, B y C.

TABLA No.3.7
POBLACION

Año	C a s o "A"		C a s o "B"		C a s o "C"	
	10 ⁶ h	Crecimiento Anual	10 ⁶ h	Crecimiento Anual	10 ⁶ h	Crecimiento Anual
1976	63	3.00 %	63	3.25 %	63	3.40 %
1982	75	2.50 %	76	3.00 %	77	3.30 %
1988	87	2.00 %	91	2.75 %	94	3.20 %
1994	98	1.50 %	107	2.50 %	113	3.10 %
2000	107		124		136	

Para la actividad económica, se consideran también 3 casos.

- 1º Un crecimiento del PIB (producto interno bruto) del 6%

anual de 1976 al año 2 000 (Caso I).

2º Que el crecimiento del PIB sea del 5% anual de 1976 al -
2 000 (Caso II).

3º Que el crecimiento del PIB sea del 4% anual de 1976 al --
2 000 (Caso III).

La tabla 3.8 nos presenta el PIB del año 1976 al año 2 000,
cada 6 años.

TABLA No. 3.8

P I B (10^6 pesos de 1964)

Año	Caso I	Caso II	Caso III
1976	475 827	475 827	475 827
1982	675 000	638 000	602 000
1988	957 000	856 000	762 000
1994	1 358 000	1 145 000	964 000
2000	1 927 000	1 535 000	1 220 000

De los 3 casos considerados de crecimiento de población (casos A,
B y C) y de los 3 casos supuestos de crecimiento económico (casos I,II
y III), nos dan 9 casos en total. Empleando el método AOKI's con esta
información, la demanda de energía eléctrica para el año 2000 nos lo -
muestra en la tabla 3.9

TABLA No. 3.9

DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA PARA EL

AÑO 2 000

Caso	(GWH)
I A	489 000
I B	417 000
I C	377 000
II A	304 000
II B	260 000
II C	235 000
III A	189 000
III B	161 000
III C	146 000

El caso más probable en el crecimiento de población es el caso B y este caso combinado con los 3 casos para el crecimiento económico nos da 3 posibilidades en la demanda de energía eléctrica, la tabla 3.10 nos muestra la demanda de energía del año 1976 al 2 000, considerando los casos IB, IIB y III B.

TABLA No. 3.10

DEMANDA DE ENERGÍA ELECTRICA EN MEXICO

Año	Caso I B		Caso II B		Caso III B	
	Capacidad Instalada (MW)	Energía Demandada (GWH)	Capacidad Instalada (MW)	Energía Demandada (GWH)	Capacidad Instalada (MW)	Energía Demandada (GWH)
1976	12 842	47 202	12 842	47 202	12 842	47 202
1982	20 000	80 000	18 000	71 000	16 000	63 000
1988	31 000	136 000	25 000	108 000	21 000	85 000
1994	49 000	236 000	36 000	165 000	26 000	116 000
2000	77 000	417 000	50 000	260 000	33 000	161 000

Los planes de la CFE (Comisión Federal de Electricidad) para la generación de electricidad en el período 1976-1986 están basados en el caso IB, 6% anual de crecimiento en el PIB y 0.25%/6 -- años anual de disminución en el crecimiento demográfico, las principales plantas que entrarán en operación entre 1976-1986 están presentadas en el cuadro I.

CUADRO No. I

PRINCIPALES PLANTAS DENTRO DE LOS AÑOS 1976-1986.¹⁵

HIDROELECTRICAS:

Ampliación Malpaso y Angostura	720 MW
Chicoasén	1 500 "
Peñitas	400 "
Caracol	570 "
Aguamilpa	540 "

TERMOELECTRICAS A BASE DE COMBUSTOLEO:

Ampliación Tula	600 MW
Ampliación Salamanca	600 "
Ampliación Tampico	600 "
Ampliación Guaymas	300 "
Ampliación Mazatlán	300 "
Manzanillo	1 200 "
Desemboque	600 "

TERMOELECTRICAS A BASE DE CARBON:

Río Escondido	1 500 MW
Carbón II	900 "

PLANTAS NUCLEARES:

Laguna Verde

1 308 MW

PLANTAS GEOTERMICAS:

Ampliación Cerro Prieto

215 MW

La energía eléctrica instalada y generada en 1977, 1982 y - -
1986 según los planes de la CFE, se muestran en la tabla 3.11

TABLA No. 3.11

CAPACIDAD INSTALADA EFECTIVA

GERENCIA GENERAL DE ESTUDIOS E INGENIERIA PRELIMINAR CFE

Tipo de Planta	Año 1977		Año 1982		Año 1986	
	MW	%	MW	%	MW	%
Hidroeléctricas	4 546.7	38.5	6 586.7	36.9	8 554.7	35.4
Termoeléctricas (Combustóleo, diesel y gas)	7 169.2	60.6	9 795.1	54.9	11 575.6	47.9
Termoeléctricas (Carbón)	30.0	0.3	630.0	3.5	2 430.0	10.1
Geotérmicas	75.0	0.6	180.0	1.0	290.0	1.2
Nucleoeléctricas	-	-	654.0	3.7	1 308.0	5.4
T O T A L	11 820.9	100.0	17 845.8	100.0	24 158.3	100.0

Si los recursos hidroeléctricos, geotérmicos y carboníferos son --
explotados adecuadamente del año 1987 al 2 000 para la generación de -
energía eléctrica y considerando los casos IB, IIB y IIIB, la oferta de -
energía será inferior a la demanda en los casos IB y IIB, para el caso
IIIB la demanda será igual a la oferta, estos 3 casos se presentan en -
la tabla 3.12

TABLA No. 3.12

A Ñ O 2 0 0 0

	IB		IIB		IIIB	
	Capacidad Instalada (MW)	Energía Generada (GWH)	Capacidad Instalada (MW)	Energía Generada (GWH)	Capacidad Instalada (MW)	Energía Generada (GWH)
Hidroeléctricas	25 000	83 000	17 000	59 000	12 000	42 000
Geotérmica	2 000	15 000	2 000	15 000	1 100	8 000
Carbón	10 000	71 000	10 000	71 000	5 600	39 000
Termoeléctricas	13 000	63 000	13 000	63 000	13 000	63 000
Nuclear	1 300	9 000	1 300	9 000	1 300	9 000
T o t a l	51 300	241 000	43 300	217 000	33 000	161 000
Demanda	77 000	417 000	50 000	260 000	33 000	161 000
Déficit	25 700	176 000	6 700	43 000	-	-

El déficit en la generación de energía eléctrica que se presentará se tendrá que satisfacer - con plantas termoeléctricas o plantas nucleares.

3.5 RESERVAS Y PRODUCCION DE FUENTES ENERGETICAS EN MEXICO.

3.5.1 Petróleo y Gas.

Las reservas de hidrocarburos han aumentado considerablemente en los últimos 3 años al pasar de 6 300 -- millones de barriles en diciembre 1976 a 20 200 millones -- de barriles en septiembre de 1978.

La producción de hidrocarburos se incrementó 50% de 1976 a 1978 (tabla 3.13). Se tenía programado para -- 1982 producir 2 250 000 barriles por día, sin embargo, esta cifra se alcanzará en 1980.

La capacidad de proceso en las refinerías se incrementará en 9.5% anual de 1977 a 1982, siendo la capacidad de proceso en 1977 de 990 500 barriles por día de crudo y líquidos del gas natural.

RELACION RESERVAS PRODUCCION MEXICO¹⁶
Millones de Barriles

	Crudo y Condensado	(1) Gas Natural	Total	Producción de Crudo, Condensado, Líquidos de Absorción y Gas Natural	Años de Reservas
1938	814	462	1 276	43,64	28
1940	814	411	1 225	50,90	24
1946	1 065	372	1 437	54,74	26
1952	1 647	594	2 241	97,62	23
1958	2 512	1 558	4 070	153,17	27
1964	2 925	2 302	5 227	226,50	23
1970	3 288	2 279	5 567	310,64	18
1976	6 572	4 588	11 160	447,50	25
1977			16 000	544,27	
1978			20 200 ⁽²⁾	672,28	30

(1) 5 000 pies cúbicos de gas natural equivalen a 1 barril de petróleo

(2) cifra proporcionada por el Presidente de la República el 1º de Septiembre de 1978.

3.5.2 Carbón

A la fecha el proceso de exploración de los mantos no permite definir en forma precisa las reservas probadas; los yacimientos principales se encuentran en la provincia de Coahuila.

Los mantos de Sabinas, Esperanza, etc., son en buena parte concesiones a empresas siderúrgicas. En la parte no concesionada realiza exploraciones el Consejo de Recursos Minerales (CRM) y más al norte, en la cuenca del Río Escondido explora la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Hay unas zonas donde se han probado 170 millones de toneladas que son la reserva para la planta de Río Escondido, cuya construcción está en proceso, la que producirá una generación de más de 10 000 millones KWH/año.

En el resto, los primeros resultados, permiten clasificar la región entre zonas con altas, medias y pocas probabilidades de tener mantos explotables.

Adelantándose a los resultados de las exploraciones y estudios que durante 1978 llevan a cabo el Consejo de Re-

cursos Minerales y la Comisión Federal de Electricidad, en forma optimista las reservas probadas serán 2 000 millones de toneladas (tabla 3.14)

TABLA No. 3.14

RECURSOS CARBONIFEROS

Reservas Probadas	2 000	Millones de toneladas
Cuencas de Sabinas, Esperanza, etc.	1 500	Millones de toneladas
Río Escondido	300	Millones de toneladas
Oaxaca y Sonora	200	Millones de toneladas

De estos 2 000 millones de toneladas, las 300 millones de toneladas de Río Escondido de carbón no coquizable, permitirán generar unos 15 000 millones de KWH/año. El carbón de Oaxaca y Sonora presenta problemas para su explotación y por lo pronto, no podemos considerar que podrá ser usado para generación.

De 1 500 millones de toneladas de las cuencas de Sabinas, Esperanza, etc. se tendrá la reserva para la industria siderúrgica. Es necesario aún definir el tamaño conveniente de esa reserva para saber si hay posibilidades de usar parte en generación eléctrica.

Aparte de esto será necesario continuar la exploración, pero todos los indicios hacen pensar que no hay buenas probabilidades de cambiar el orden de la magnitud de estas cifras.

3.5.3. Uranio

El Uranio aún no se ha utilizado en la producción de energía eléctrica en México, se encuentra apenas en proceso de construcción en Laguna Verde, Ver., las dos unidades de la que será planta nuclear eléctrica en este país. Estas dos unidades, con una capacidad conjunta de 13 08 MW(e) comenzarán a operar en los años de 1982 y 1983, - respectivamente.

Las actuales reservas medidas de uranio en México son 8 332.8 toneladas de U_3O_8 (tabla 3.15), o sea, una cantidad similar a la que se requerirá para las dos unidades de Laguna Verde durante sus 30 -- años de vida. Visto de otra manera, ese uranio, utilizado como combustible de reactores de uranio natural, generaría el equivalente a -- 7.5 veces toda la energía eléctrica generada en México durante 1975.

En opinión de los geólogos que trabajan en la exploración del uranio en México, las reservas actualmente medidas son muy pequeñas comparadas al potencial. Se estima que tan solo el estado de -- Chihuahua puede tener más de 100 000 toneladas económicamente recuperables.

Independientemente de que en los próximos años se logre -- cuantificar una cantidad apreciable de uranio, la elección de este ener

TABLA No. 3.15

RESERVAS PROBADAS (IN SITU) DE URANIO¹⁷
A DICIEMBRE DE 1976.

I.	CHIHUAHUA	<u>Toneladas de U₃O₈</u>
a)	Sierra Peña Blanca:	
	Margaritas-Puerto III	2 394.0
	Margaritas, Nopal III,	
	Puerto III	1 950.0
	El Nopal	361.0
	Nopal III	170.0
	La Domitila	61.2
	Otros	43.6
II.	NUEVO LEON ,TAMAULIPAS	
a)	Buenavista	1 256.0
b)	La Coma	997.0
c)	El Chapote	415.0
III.	SONORA	
a)	Los Amoles	475.0
IV.	DURANGO, COAHUILA	
a)	La Preciosa	210.0
		<hr/>
	T O T A L	8 332.8
		<hr/> <hr/>

gético como una alternativa nueva que alivie la presión sobre los hidrocarburos, resulta ser de interés particular por las siguientes razones:

1) El mercado de uranio natural (materia prima para fabricar el combustible de cualquier tipo de reactor - actual) está bastante diversificado, existiendo varias fuentes de suministro. Por otra parte, la lejanía de las fuentes de suministro no influye significativamente en los costos de generación, ya que se trata de un mineral con un contenido energético por unidad de peso - sumamente alto, por lo cual los volúmenes y pesos que se transportan son relativamente pequeños. Por ejemplo, para generar la misma energía eléctrica, por cada Kg. de uranio que requiere una nucleoelectrica, la - - carboeléctrica requiere aproximadamente 20 toneladas - de carbón.

2) El único valor del uranio es asociado a la producción de energía, ya que ninguna otra industria lo utiliza para otros fines en cantidades significativas. Esto lo diferencia sustancialmente de los hidrocarburos, que se pueden utilizar en la petroquímica en lugar de quemarlos.

3.5.4. Energía hidráulica (Hidroeléctrica).

Hasta 1978 el potencial hidroeléctrico mexicano se ha -- evaluado en 83 000 millones de KWH /año, cifra sujeta a revisión por aún no haberse terminado un programa exhaustivo de exploraciones en el campo y un estudio que permita asegurar que los -- esquemas de aprovechamiento planteados sean los que permitan -- obtener un provecho óptimo de los recursos hidráulicos. Considerando las obras hidroeléctricas en construcción, actualmente se -- aprovecha el 27% del potencial antes mencionado.

Durante muchos años, la capacidad hidroeléctrica del país ha representado aproximadamente la mitad de toda la capacidad -- eléctrica instalada, sin embargo, en los últimos años su participación ha venido disminuyendo paulatinamente, en la medida que se agotan los sitios más ventajosos.

La distribución espacial del potencial hidroeléctrico identificado muestra que el 74% de éste se localiza sólo en el 15% del -- área nacional; 40% en el Complejo Grijalva-Usumacinta y el 34% -- en las cuencas de los ríos Balsas y Papaloapan.

El desarrollo del potencial hidroeléctrico identificado significaría un incremento de 606 000 GWH en el período 1978-2000. El

logro de ese programa implica desarrollar obras hidroeléctricas en los próximos 22 años capaces de surtir un poco más de la demanda total de energía eléctrica del país en 1977, si se logrará desarrollar el potencial hidroeléctrico, para el año 2000 contribuiría entre el 19-24% de la energía eléctrica demandada.

Pese a que la energía hidroeléctrica goza de prestigio - en varios aspectos, presenta también varios problemas, algunos de particular importancia para el caso de México. Por ejemplo:

1) La lejanía entre las cuencas de potencial hidroeléctrico y los centros principales de consumo, pues mientras que las primeras están localizadas en su mayor parte - en el sur del país, los segundos están en el centro y en el norte, lo que implica pérdidas de energía y costos -- más elevados por transmisión, así como una mayor probabilidad de falla en la propia transmisión.

2) La utilización de las plantas es muy baja, debido a - su dependencia del flujo pluvial. Así por ejemplo, la - planta de Chicoasén, con una capacidad nominal de 2 400 MW, sólo generará anualmente 5 600 GWH anuales lo que corresponde a un factor de capacidad de sólo 26.6%.



3.5.5 Energía Geotérmica

México es uno de los países pioneros en el aprovechamiento de la energía geotérmica para generación eléctrica. Se han instalado dos plantas de 37.5 MW cada una en Cerro Prieto, Baja California, lo que significa una generación de 525 millones de KWh/año. En los próximos 10 años se proyecta una ampliación de 325 000 KW que producirán del orden de 2 275 millones de KWh/año. Se hacen actualmente los estudios necesarios para evaluar el potencial total de este campo y las cifras que se manejan actualmente como posible capacidad en ese lugar, oscilan entre 8 400 y 18 000 millones de KWh/año.

Por lo que se refiere al resto del potencial geotérmico del país, se han mencionado cifras en el orden de los 40 000 - millones de KWh/año, pero la realidad es que no se podrán hacer planes finales mientras no avance la exploración actualmente en proceso.

Se están haciendo, con intensidad, exploraciones en el Eje Neovolcánico donde se encuentran las mayores posibilidades, hasta 1978 se habían localizado 310 focos termales en la República Mexicana.

C A P I T U L O I V

RELACION ENERGIA - ALIMENTOS

- 4.1. Energía de Insumo en Producción de - -
Alimentos
- 4.2. Situación en México
 - 4.2.1. Antecedentes
 - 4.2.2. Producción de Alimentos
 - 4.2.3. Importancia de los Productos
Básicos
 - 4.2.4. Técnicas Agrícolas Modernas en
México.
 - 4.2.5. Consumo de Energía por Sectores
 - 4.2.6. Industrialización de Productos - -
Agrícolas
 - 4.2.7. Energía - Alimentos
 - 4.2.8. Comparación desde el punto de Vista
Económico entre Uranio y otros - -
Energéticos.
 - 4.2.9. Sustitución de Petróleo por Uranio

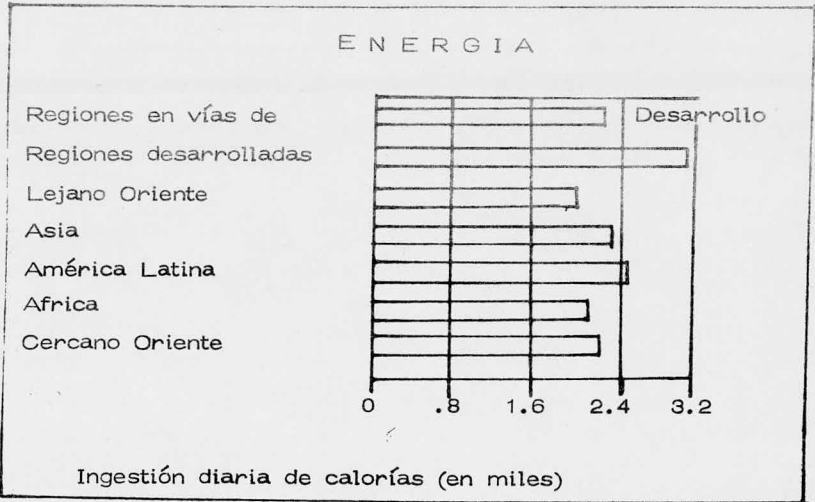
4.1 ENERGÍA DE INSUMO EN PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS.

El suministro de alimento está relacionado con el bienestar de una población. Si examinamos la dieta alimenticia de varios sectores del mundo, encontraremos una similitud asombrosa en el promedio de ingestión de calorías; pero también una asombrosa falta de similitud en el nivel nutricional. La gráfica 4.1 muestra el promedio de ingestión de calorías en los sectores del mundo y la gráfica 4.2 muestra las diferencias en la ingestión proteica entre los mismos sectores.

Si utilizamos como guía de la planificación, la necesidad de poner a disposición de la población del mundo una dieta adecuada (5 300 kcal/persona/día) de productos vegetales y la consideramos como el nivel mínimo de vida, se pueden postular las predicciones de los cambios básicos de energía. La tabla 4.1 muestra el porcentaje de crecimiento de la población mundial entre 1965-1973 y el porcentaje de crecimiento de la producción mundial de alimento durante el mismo período, se puede apreciar que el crecimiento de la producción de alimento entre 1965-1970 fué 16% mientras que el crecimiento de la población fué 10%, sin embargo de 1970-1973, encontramos que la población mundial creció aproximadamente a la misma tasa que la producción de alimentos, lo cual indica que el mundo había dejado de mejorar la dieta disponible per capita.

Las proyecciones del crecimiento de la población mundial, indican

GRAFICA 4.1



GRAFICA 4.2

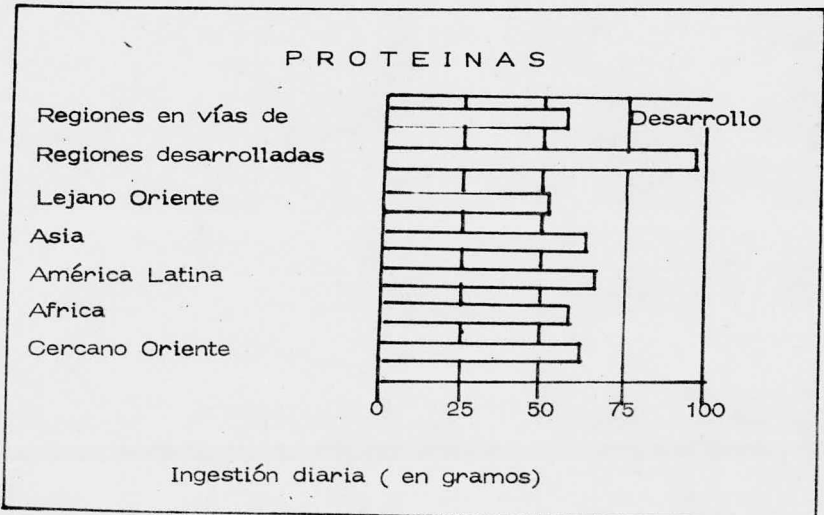


TABLA No. 4.1
COMPARACION DEL AUMENTO DE LA POBLACION MUNDIAL
CONTRA LA PRODUCCION ¹⁹

<u>Período</u>	<u>Población Mundial Aumento %</u>	<u>Producción Mundial de - Alimento Aumento %</u>
1965-1970	+ 10.0	+ 16.0
1970-1973	+ 6.3	+ 6.5

que la población total aumentará aproximadamente en 70% (partiendo de - 1976) para el año 2 000. Para contar con suficiente alimento para la - crecida población, más una mejoría en la dieta mundial, deberá aumen-- tarse la producción de alimentos en un 80 a 90% sobre los niveles actua-- les.

Para lograr tal magnitud de aumento en la producción de alimen-- tos, se necesitarán en muchos de los países menos desarrollados, técni-- cas agrícolas avanzadas. Las técnicas avanzadas implican intensificación de cultivos y más fertilización, irrigación y energía mecánica para reem-- plazar la mano de obra, además del desarrollo biológico de plantas adapta-- das a un medio ambiente específico. La Figura 4.1 muestra el porcenta-- je de mano de obra en la agricultura para diferentes sectores del mundo.

El porcentaje de mano de obra dedicada a la agricultura, esta di-- rectamente relacionado con el grado de modernización del sistema agrí--

Porcentaje de mano de obra en la Agricultura²⁰

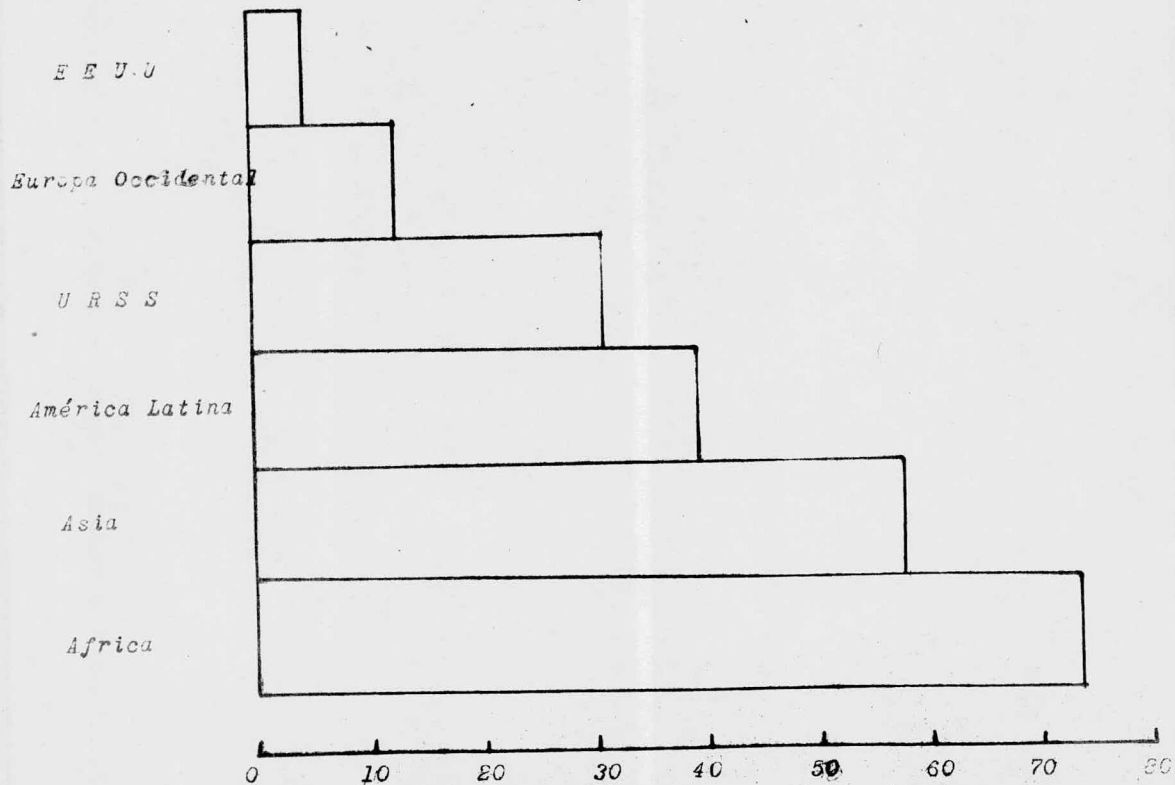


FIG 4.1

cola.

Aquellas áreas del mundo con el más alto porcentaje de mano de obra dedicada a la agricultura son las mismas áreas que actualmente cuentan con las dietas más bajas. Para agravar el problema del suministro de alimento, aquellas áreas también tienen las tasas de crecimiento de población más altas.

Así que para corregir el desequilibrio de la demanda de alimento frente a su producción, se deben introducir modernas técnicas agrícolas. Sin embargo, esto aumentará, en forma significativa, la demanda per capita de energía en dichas áreas; las técnicas agrícolas modernas son de gran uso intensivo de energía, comparadas con la agricultura primitiva.

El petróleo se usa en forma extensiva como energía motora en el cultivo y cosecha, así como en el transporte de fertilizantes y cosechas. Incluso la fabricación de fertilizantes, depende actualmente del petróleo para sus insumos, tanto químicos como energéticos. Utilizando las cifras de los Estados Unidos (EEUU) como típicas de la agricultura moderna, la tabla 4.2 indica la necesidad de energía por hectárea para una temporada de cultivo (1970) de cereales. El punto central de la tabla, es la producción de 2.82 Kcal por cada Kcal de insumo.

La producción de energía por insumo de energía, es mucho más

TABLA No. 4.2
INSUMOS DE ENERGIA PARA LA PRODUCCION DE GRANOS
EN E E U U (1970)²⁰

<u>Insumo</u>	<u>en 10³ Kcal por hectárea</u>
Mano de Obra	12.1
Maquinaria	1 037.8
Combustible diesel/Gasolina	1 969.4
Nitrógeno	2 324.7
Fósforo	116.4
Potasio	168.0
Semilla	155.7
Irrigación	84.0
Insecticidas	27.2
Herbicidas	27.2
Secado	296.5
Electricidad	766.0
Transporte	<u>173.0</u>
Insumos totales	7 158.0
Producción de rendimiento de la cosecha (promedio)	20 175.2
Kcal producción/Kcal Insumo	2.82

alta para los sistemas de agricultura primitiva; en algunas cosechas, - puede sobrepasar las 10 Kcal de producción, por unidad de insumo; pero la producción por hectárea es notablemente menor. Los sistemas - agrícolas avanzados, optimizan la producción de alimentos por - - - hectárea ; pero no la producción de alimento por insumo de energía.

Se pueden sacar varias conclusiones a partir de estos hechos:

- 1) La población mundial aumentará en 70% para el año 2000.
- 2) La producción mundial de alimentos, debe casi duplicarse durante el mismo período.
- 3) Las nuevas disponibilidades de terreno cultivable, no son su ficientemente grandes para satisfacer la mayor producción de alimento, con los actuales métodos agrícolas.
- 4) Por lo tanto, se debe utilizar una agricultura más intensiva para asegurar una producción alimenticia adecuada.

En el futuro se necesitarán mayores cantidades de energía para la agricultura mundial, puesto que la producción de alimento casi deberá ser duplicada y el uso intensivo de energía por Kcal de producción de alimento también debe aumentar al utilizarse modernos sistemas agrícolas para poder satisfacer la demanda.

En análisis de un sistema agrícola avanzado (EEUU) muestra -- que el insumo de energía, proviene básicamente del petróleo y del gas

natural. La industria agrícola de los Estados Unidos obtiene el 81% de su energía del petróleo y del gas natural.

La mayoría de los estudios y predicciones sobre las reservas y las tasas de producción de petróleo (capítulo III) nos muestra que - la producción de petróleo no podrá cumplir a las actuales tasas de crecimiento con la demanda hasta el año 2000, sino que la escasez se hará evidente dentro de los años 1985-1990, WAES nos menciona en su estudio "La energía podría convertirse en un foco de confrontación y conflicto".

Inevitablemente surge la pregunta: ¿Cómo podemos tener suficiente petróleo a disposición para producir el alimento necesario para una población mundial en constante crecimiento?

La solución la tendrá que dar cada gobierno en base a un plan energético y un plan alimentario.

Una solución podrá ser substituir al petróleo por otras fuentes de energía en el sector agrícola. Pero esto no es muy promisorio puesto que no hay un substituto factible para el petróleo que se use en el transporte, cultivo y fabricación de fertilizantes. Cuando mucho una substitución eléctrica en el sistema agrícola avanzado podría reducir el porcentaje del petróleo de 81% a 52%. Este ahorro por la substitución eléctrica es considerable, pero no resuelve el problema de suministro de - --

energía para la producción de alimentos.

Otra posibilidad, sería substituir con electricidad, todas las -- aplicaciones en las que, en diversas estaciones del año, se quema petróleo en las naciones industrializadas. Las calderas eléctricas para producir vapor para uso industrial, altos hornos de arco eléctrico, calefacción por inducción, todas son tecnología bien desarrolladas que pueden -- aplicarse en cualquier nación industrializada.

Si las naciones industrializadas eligieran substituir por electricidad todas las aplicaciones estacionarias de quema de petróleo, se elegiría la opción de menor costo para la generación de electricidad; las -- elecciones económicas disponibles son hidráulicas, nuclear y el carbón. (las naciones industrializadas han desarrollado muy buena parte de sus -- recursos hidráulicos).

Tomando como ejemplo una substitución nuclear, en la generación de energía eléctrica se puede calcular cuanto petróleo quedaría disponible para la producción de alimentos.

Una dieta alta en proteínas, como las dietas de Estados Unidos -- (EEUU), Suecia, Canadá, Reino Unido y Alemania Occidental requiere -- 5 300 Kcal de productos vegetales al día. Partiendo de la tabla 4.2 -- se determinó que un sistema agrícola avanzado producirá 2.82 Kcal de

producción de granos por cada Kcal de insumo; así que el insumo de energía para un sistema agrícola avanzado, para suministrar una dieta alta de 5 300 Kcal sería de $5\ 300 / 2.82 = 1879$ Kcal de insumo de energía, por día, por persona. El petróleo suministra el 81% de esta energía, las necesidades alimenticias de una persona utilizarían $1879 \times .81 = 1\ 522$ Kcal de insumo de petróleo, por día, por persona.

La electricidad contiene 869 Kcal/KWH. Si se substituye con electricidad al petróleo en diversas aplicaciones; las eficiencias de producción de electricidad varían de 85 a 50%. Una cifra promedio puede ser 70%. Un KWH (860 Kcal) de insumo de electricidad, sería igual a $860 / .70 = 1\ 228$ Kcal de insumo de petróleo. Así, cada KWH de substitución eléctrica en vez de petróleo en los países industrializados, nos proporcionaría 1 228 Kcal de petróleo para el sistema agrícola.

Una planta nuclear de 1 000 MW producirá 10^6 KWH \times 16.8 hrs = 1.68×10^7 KWH por día, con un factor de capacidad de 70%.

Esto es equivalente a $1.68 \times 10^7 \times 1\ 228$ Kcal equivalente de petróleo = 2.06×10^{10} Kcal de petróleo para el sistema agrícola.

Si este petróleo se utiliza en producir alimento, proporcionará una dieta alta en proteínas para:

$$\frac{2.06 \times 10^{10} \text{ Kcal petróleo/día}}{1\ 552 \text{ Kcal petróleo/día/persona}} = 13.5 \times 10^6 \text{ personas}$$

Las implicaciones del cambio de petróleo por energía eléctrica, son sorprendentes. Una planta nuclear grande, puede dejar disponible el petróleo necesario para proporcionar una dieta alta en proteínas, para 13.5 millones de personas.

4.2 SITUACION DE MEXICO.

4.2.1. "Las dos grandes prioridades nacionales: alimentos y energéticos" las ha indicado el Presidente de la República por los medios masivos de información. Al recibir el Plan Nacional de Electrificación Rural (20 de Julio de 1978), recalcó cuales son las dos prioridades nacionales y añadió: " es un instrumento de justicia porque resuelve problemas de carencia para nuestras clases campesinas; de eficiencia, porque contribuye a la producción de alimentos y productos del campo, y de racionalización, porque destina a los objetivos nacionales los energéticos que la Nación genera". El director de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) señaló: " la utilización de la electricidad servirá para obtener más y mejores frutos del cultivo de la tierra y, por esta vía, el posterior establecimiento de la agroindustria, es decir, ampliar el apoyo a los procesos de transformación y venta de los productos agrícolas, obteniendo con esto que los campesinos realicen su tarea fundamental de proveedores de alimentos -- para ellos, para sus familias y para el país".

Hasta la fecha (1978) se ha proporcionado electricidad a 20 241 poblaciones con 21.5 millones de habitantes, es decir, al 68% de la población rural. El 32% restante, integrado en su mayoría por poblaciones con menos de 500 habitantes, ubicadas ade--

más en lugares lejanos e intrincados, constituye el reto que en el futuro se plantea al cumplimiento de la responsabilidad del sector eléctrico con los campesinos.

4.2.2. Producción de Alimentos

La mejor época para la agricultura en México, corresponde al período 1950-1970, no solo se terminó con el déficit de producción de alimentos sino que se produjo en mayor cantidad que la demanda y con este hecho México exportó una parte de su producción de alimentos; la producción de trigo por hectárea se mejoró al pasar de 750 Kg. a 3 200 Kg., la producción de maíz también se incrementó al pasar de 700 a 1 300 Kg., por hectárea.

Estos logros, tan extraordinarios, son conocidos en círculos internacionales como " la revolución verde". Aunque en todo ello intervino un gran número de factores económicos, políticos y sociales, el motor principal de este avance fue una combinación de tres factores de carácter tecnológico:

- 1) El desarrollo de nuevas variedades de plantas de alto rendimiento, muy adaptables, que responden bien al empleo de abonos y son resistentes a las enfermedades;

2) El desarrollo de un conjunto coordinado de prácticas agrícolas perfeccionadas, entre las que se incluyen un mejor aprovechamiento de los suelos, una aplicación adecuada de los abonos y un control efectivo de las malas hierbas y los insectos, prácticas que hicieron posible que las nuevas variedades desarrollaran plenamente su alto rendimiento potencial;

3) Una proporción favorable entre el costo de los abonos y de los factores restantes de la producción y el precio que recibía el agricultor por el producto obtenido.

La extensión total de México es de aproximadamente 195 millones de hectáreas, de estas 30 millones son cultivables; actualmente se cultivan unas 17 millones de hectáreas que corresponden a un 57% de la tierra cultivable.

Las áreas más productivas del país se encuentran en los estados de Sonora y Sinaloa, donde la producción por hectárea está entre las mayores del mundo.

Según un estudio realizado por el Banco Nacional de México, existen en el país 2 816 000 extensiones agrícolas. El

7.1% de ellas se consideran modernas, 40.5% son clasificadas como tradicionales o semicomerciales y el 52.4% restantes, - son clasificadas como subsistentes, cultivadas por agricultores que apenas producen lo necesario para comer ellos y sus familias y muy pocos de ellos venden una mínima parte de sus cosechas.

Las tierras cultivadas en México con "técnicas agrícolas modernas" representan el 20% del total de las tierras cultivables y estas aportan el 45% de la producción total, el resto - de las tierras cultivadas, semicomerciales y subsistentes aportan el 55% de la producción total, cultivando el 80% de las tierras -- cultivadas.

Si se considera que el 80% de las tierras cultivadas, semicomerciales y subsistentes, produjeran la misma cantidad que el - 20% de las tierras cultivadas con técnicas modernas (riego, fertilizantes, etc.), se obtendría una producción de $5 \times 45\% = 225\%$ en - relación a la producción actual, considerada como 100%, es decir, si en todas las tierras cultivadas en el país (17 millones de hectáreas), se aplicarían técnicas avanzadas se obtendría 125% más de producción. Actualmente se cultivan el 57% de la tierra cultivable en el país si se cultivará el 100% con técnicas modernas la - producción aumentaría hasta $225 / .57 = 395$, es decir, la produc-

ción se podría *cuadruplicar*.

Actualmente no es necesario *cuadruplicar* la producción, pero si es necesario producir al menos la cantidad de productos básicos demandada. La importación de cereales se detendría y con un programa de producción, empleando técnicas modernas en el campo, se podría volver a exportar una gran cantidad de productos agrícolas.

En 1975 se produjeron 16 millones de toneladas de productos básicos, si el crecimiento demográfico actual (3.5%) se mantiene, para 1995 se necesitarán 37 millones de productos básicos, lo cual implicará incrementar la producción 130% en tan solo 20 años. ¿Cómo se podrá cumplir con la demanda para el año 1995?. La respuesta a esta pregunta según el Sector Público y Privado debe ser: una mayor capitalización del campo y aplicar técnicas agrícolas modernas.

Según datos estimativos de la Conasupo, durante el lapso de 1979-1982 se reducirá el área de cultivo de maíz que en la actualidad es de 6.2 millones de hectáreas, debido a la incosteabilidad.

El consumo nacional de maíz previsto para 1979, será de 10.6 millones de toneladas, de las cuales 2.3 millones serán

importadas; para 1980 se prevé como cifra aproximada de requerimiento de este grano 11.3 millones de toneladas, se necesitarán importar 2.6 millones y durante 1981 se utilizarán 11.6 millones de toneladas, lo que significa comprar al exterior 3.1 millones.

4.2.3. Importancia de los productos básicos.²¹

Los cereales de grano pequeño (trigo, cebada, centeno, avena y arroz) y los de grano grande (maíz, sorgo) satisfacen - en conjunto más del 50% de las necesidades en proteínas y energía del mundo. Si tenemos en cuenta las grandes cantidades de grano que se transforman en carne, leche y huevos por acción metabolizadora de la ganadería y, en bebidas alcohólicas y otros productos, por acción de los microorganismos, llegamos a la conclusión de que el 75% de las necesidades en energía y proteína - del hombre proceden de los granos cultivados.

De estos hechos se concluye:

- 1º La demanda de productos básicos para la alimentación se puede cumplir en México, cultivando más tierras con técnicas agrícolas modernas.
- 2º En un lapso de tiempo corto (15 años) se duplicará la demanda de alimentos.
- 3º Las técnicas agrícolas modernas requieren una mayor cantidad de energía de insumo por energía producida, comparadas con las técnicas tradicionales. Por lo que se necesitará mayor cantidad de energía suministrada al campo.

4.2.4 Técnicas Agrícolas Modernas en México^{22,23}

Una de las regiones agrícolas más productivas de México corresponde a la árida planicie costera del noroeste del país, en los estados de Sonora y Sinaloa, donde se ha puesto en regadío una gran extensión de tierras. En esta región se producen cantidades considerables de trigo, hortalizas, soya, caña de azúcar, algodón, cártamo y sorgo, en régimen de rotación continua de cultivos a lo largo de todo el año.

Existen también otras áreas más reducidas, pero igualmente productivas, con regímenes de cultivo semejantes, en los estados de Coahuila, Chihuahua, Baja California y Tamaulipas. La rotación de cultivos se practica asimismo en el área que -- comprende el este de San Luis Potosí y el norte de Veracruz, donde la pluviosidad está bastante bien distribuida durante todo el año. Aunque esta región no es de regadío, proporciona cantidades considerables de maíz, caña de azúcar y frutos tropicales.

Situación de Sinaloa. Sinaloa es el primer productor nacional de arroz, cártamo y soya; segundo productor nacional en frijol, trigo, sorgo y caña de azúcar; es el primer exportador agrícola del país. El 30% de la extensión cultivable de Sinaloa emplea técnicas agrícolas modernas y producen el 61% de la --

producción del estado; con el 4.6% de la tierra irrigable dedicada a la agricultura producen el 57% de la producción hortícola nacional.

4.2.5. Consumo de Energía por Sectores.

El balance del consumo de energía 1965-1977, expresado en términos de energía primaria, se presenta en la tabla 4.3 la estructura porcentual del consumo, tanto por tipo de energético como de consumidor, se ha mantenido practicamente constante a lo largo del período 1965-1977, resaltando que la satisfacción de la demanda de energía recae principalmente en los hidrocarburos (85%). De los sectores consumidores los que mayor importancia revisten por su gran consumo son el transporte con el 30% aproximadamente, el industrial con el 28% y el sector energético con el 30% de la energía total consumida. El sector agrícola consumió un 0.8% de la energía total consumida.

4.2.6. Industrialización de los productos agrícolas.

La industrialización de los productos alimenticios se halla estrechamente relacionada con muchos sectores de la economía y abarca una fracción de ésta mucho más amplia que la puramente agrícola. La figura 4.2 nos muestra los flujos de la interrelación entre la agricultura y otras actividades. Como proveedores agrícolas aparecen las industrias que suministran la maquinaria y los abonos; como cliente está la Industria Transformadora de Alimentos.

Figura No. 4.2

INTERACCION ENTRE LA AGRICULTURA Y OTRAS ACTIVIDADES²⁰

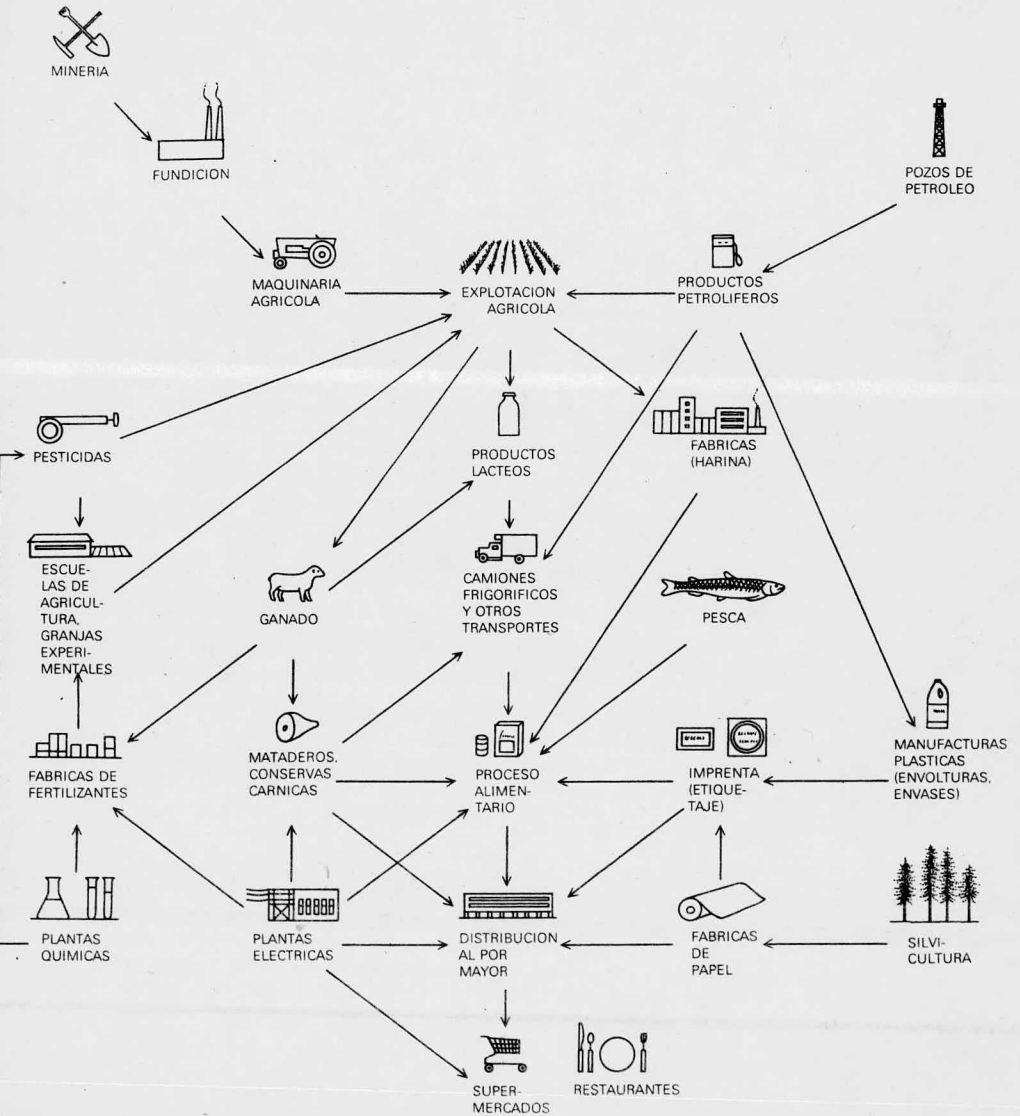


TABLA No. 4.3
CONSUMO DE ENERGIA POR SECTORES 1965-1977 (Kcal x 10¹²)

SECTOR	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
INDUSTRIAL													
Carbón	10.71	12.00	13.45	15.49	17.64	18.01	20.08	22.28	25.00	28.15	28.34	30.39	32.60
Combustóleo	25.04	26.13	36.56	27.22	29.87	28.73	30.36	33.01	31.60	43.21	49.35	59.44	54.03
Gas Natural	31.85	37.27	37.82	40.90	49.39	51.80	53.05	56.55	62.55	62.20	59.14	58.95	59.24
Electricidad	5.35	5.94	6.70	7.63	8.98	10.25	11.07	12.36	13.68	15.43	16.69	18.43	19.99
Subtotal	72.96	81.34	94.53	91.24	105.88	108.79	114.56	124.20	132.83	148.99	153.52	167.22	165.86
TRANSPORTE													
Gasolina	46.12	48.96	53.15	57.81	62.89	67.54	72.28	77.98	86.43	89.17	91.47	98.42	103.08
Diesel	27.42	29.78	33.17	35.87	39.21	42.70	45.37	50.03	55.49	63.54	72.79	77.53	82.73
Turbosina	1.46	2.20	2.65	3.16	3.77	4.37	4.64	5.35	6.24	8.28	8.09	8.92	9.45
Subtotal	75.00	80.84	88.97	96.84	105.87	114.61	122.29	133.36	148.16	160.99	172.35	184.87	195.26
RESIDENCIAL													
Gas L.P.	15.43	17.19	17.05	16.23	19.38	19.86	21.45	23.19	28.34	27.87	28.26	30.85	25.64
Kerosinas	13.47	13.67	13.72	14.04	13.67	13.46	13.47	13.38	13.33	13.80	14.37	14.97	15.82
Gas Natural	2.04	2.39	2.42	2.62	3.16	3.32	3.44	3.81	4.33	4.42	4.18	4.64	4.67
Electricidad	1.69	1.94	2.19	2.41	2.71	3.08	3.42	3.81	4.24	4.71	5.19	5.74	6.45
Subtotal	32.63	35.19	35.39	35.30	38.92	39.72	41.78	44.19	50.24	50.80	52.00	56.20	52.58
AGRICOLA													
Kerosinas	2.40	2.34	2.44	2.57	2.61	2.59	2.35	2.13	2.34	2.34	2.56	2.54	2.68
Electricidad	0.75	0.75	0.80	0.84	1.03	1.16	1.18	1.41	1.50	1.78	1.94	2.10	2.28
Subtotal	3.15	3.09	3.24	3.41	3.64	3.75	3.53	3.54	3.84	4.12	4.50	4.64	4.96
OTROS USOS													
Electricidad	2.62	2.88	3.15	3.46	3.80	4.22	4.72	5.13	5.55	5.73	6.64	6.60	7.11
Subtotal	2.62	2.88	3.15	3.46	3.80	4.22	4.72	5.13	5.55	5.73	6.64	6.60	7.11
NO ENERGETICO													
Subtotal	8.44	9.52	10.66	11.63	10.97	11.95	13.48	16.94	18.13	18.05	19.38	18.12	23.19
	8.44	9.52	10.66	11.63	10.97	11.95	13.48	16.94	18.13	18.05	19.38	18.12	23.19
SECTOR PETROLERO													
Petróíferos	34.32	27.77	28.79	39.48	38.66	42.10	33.48	30.48	35.01	32.04	23.28	23.95	36.80
Gas Natural	27.63	17.70	18.12	20.23	25.03	26.04	28.28	31.49	35.51	44.97	43.26	44.98	49.50
Subtotal	61.95	45.47	46.91	59.71	63.69	68.14	61.76	61.97	70.52	77.01	66.54	68.93	86.30
SECTOR ELECTRICO													
Pérdidas por conversión a energía eléctrica, transmisión y usos propios	36.18	39.40	43.18	49.76	55.84	63.23	68.36	74.89	81.39	89.19	97.16	104.50	107.03
Subtotal	36.18	39.40	43.18	49.76	55.84	63.23	68.36	74.89	81.39	89.19	97.16	104.50	107.03
TOTAL	292.92	297.73	326.03	351.35	388.61	414.41	430.48	464.22	510.66	554.88	572.09	611.08	642.29

4.2.7. Energía-Alimentos

Para incrementar la producción agrícola es necesario -- emplear técnicas agrícolas modernas, esto implica un aumento -- en la energía suministrada al campo, el 85% de la energía total requerida proviene del petróleo, una sustitución del petróleo en el campo es poco factible pues se usa en el transporte, cultivo y fabricación de los fertilizantes. Una sustitución eléctrica en un sistema agrícola avanzado disminuiría el porcentaje de petróleo -- hasta un 60%, aún así el suministro de energía en base al petróleo no varía mucho en la producción de alimentos.

Otra posibilidad sería sustituir el petróleo como energé- tico en otros sectores que lo emplean. La electricidad podría susti- tuir al petróleo en algunos sectores (calderas eléctricas, altos hor- nos de arco eléctrico, etc) y se ahorraría una cantidad considera- ble de petróleo, la electricidad aumentaría el porcentaje en la -- contribución de la energía total consumida en México.

Si se elige sustituir por electricidad la energía de insumo de algunos sectores, se tendría que buscar la opción de menor cos- to para la generación de electricidad.

Las reservas probadas de petróleo (y gas) en México nos muestran un panorama muy bueno, sin embargo, este energético --

es un recurso no renovable y que sirve de materia prima para la industria petroquímica y en otras aplicaciones que sería muy difícil substituir. La situación mundial de los hidrocarburos en el período 1985-1995 será crítica, lo cual nos muestra que se le debe dar el mejor uso posible y sustituirlo en los sectores que nos sean posibles para poder conservar una relación reserva/producción mínima de 10 años. Ante esta situación el director de - PEMEX expresó: " en México, hasta el presente, el consumo de energía se ha basado en su mayor parte en los hidrocarburos; en el futuro, sin considerar las fuentes alternas de energía, como la nuclear, la hidroeléctrica, el carbón y otras, que deben promoverse con el apoyo financiero de la industria petrolera, el consumo - probable de hidrocarburos hasta finales del siglo, se estima ligeramente menor que la suma de las reservas probadas y probables.

4.2.8. Comparación desde el punto de vista económico entre -
uranio y otros energéticos.²⁴

Los energéticos primarios que se utilizan para producir electricidad son fundamentalmente: el agua (hidroelectricidad), el gas, el carbón, el petróleo y el uranio. La combinación de plantas eléctricas que funcionan utilizando varios de estos energéticos primarios y que satisfacen la demanda en un período determinado, forman lo que se llama una alternativa de expansión del sistema eléctrico.

Estudios recientes realizados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (O I E A) por la Comisión Federal de Electricidad (C F E) y por el Programa de Reactores del Centro Nuclear de México del Instituto Nacional de Energía Nuclear (I N E N), han calculado los costos de un gran número de alternativas de expansión eléctrica y tomando en cuenta los diferentes costos de los energéticos primarios, las capacidades en las redes de distribución de plantas, la demanda de base y pico, los porcentajes de reserva aconsejables, etc, obtienen aquella alternativa, que satisface la demanda con el KWH más económico.

En la tabla 4.4 se muestran los resultados de la O I E A para 1973 y 1974, después del alza en los costos del petróleo.

TABLA No. 4.4

CAPACIDAD ELECTRICA INSTALADA PROYECTADA PARA MEXICO⁺

Año	Plantas Convencionales				Plantas Nucleares				Plantas Hidraulicas				Total
	1973*		1974**		1973*		1974**		1973*		1974**		
	Mwe	%	Mwe	%	Mwe	%	Mwe	%	Mwe	%	Mwe	%	
1980	9330	58	8600	53	670	4	670	4	6200	38	6900	43	16200
1990	16860	43	9100	23	15540	40	21600	55	6900	17	8500	22	93300
2000	36360	41	9400	11	44740	51	68000	77	6900	8	10600	12	88000

* Estudio realizado con precios del petróleo, vigentes al 1º de Enero de 1973

** Estudio realizado con precios del petróleo vigentes al 1º de Enero de 1974.

+ Market survey for nuclear power in developing countries
internacional Atomic Energy Agency. Vienna, 1973 and 1974.

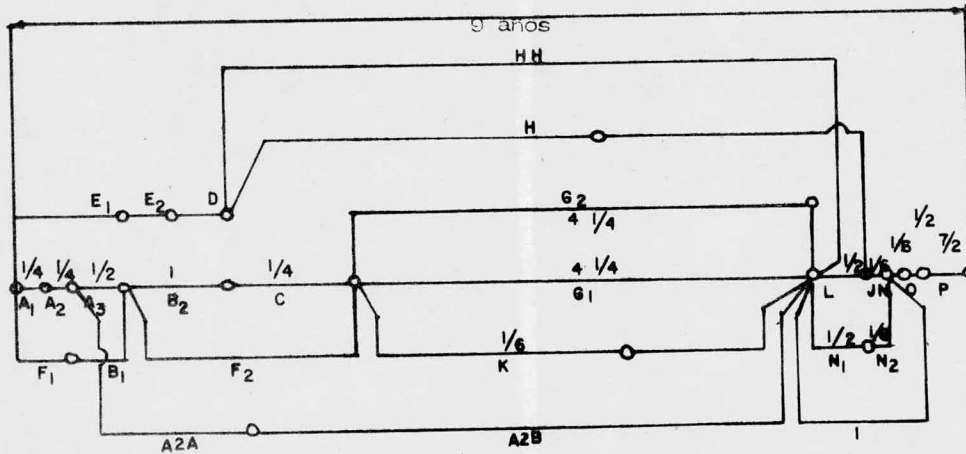
Es interesante señalar el crecimiento espectacular, con relación al total, de la demanda de energía eléctrica a ser generada por medios nucleares: del 4%, en 1980, al 55% en 1990 y al 77% en el año 2 000, a los precios actuales de petróleo.

Los estudios de la C F E de esa época (1973-1974) obtenían una cifra cercana a la del O I E A , 14 260 MW (e), para la generación nucleoelectrica a 1990.

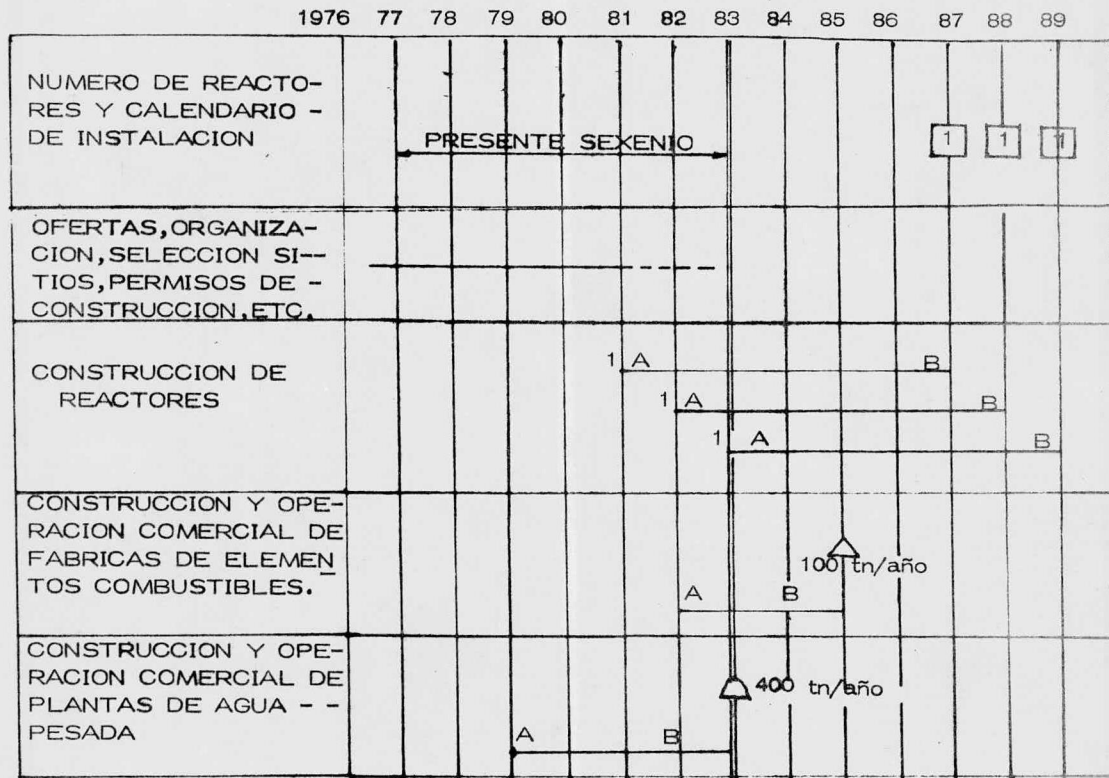
Los estudios actuales tanto de la C F E , como del I N E N , han reducido substancialmente la capacidad nucleoelectrica a instalarse en el país a 1990. La razón fundamental de esta reducción se debe a que, si se toma en cuenta la ruta crítica tipo de instalación del primer reactor en una planta nuclear, el tiempo total necesario es de aproximadamente 9 años, desde que se decide la instalación hasta que la planta nuclear se pone en operación comercial. (Ver Fig. 4.3) Esto es, si la compra e instalación de la próxima nucleoelectrica mexicana se decide el 1º de enero de 1978, su operación comercial se lograría aproximadamente el 1º de enero de 1987. Obviamente, debido a esta limitación solo un pequeño porcentaje de la energía eléctrica requerida a 1990 podría satisfacerse con la generada por Laguna Verde, a partir de 1983, y por las nuevas nucleoelectricas a partir de 1987 (Ver Fig. 4.4)

FIGURA No. 4.3

RUTA CRITICA PARA LA SELECCION DE SITIOS, PREPARACION DEL INFORME
DE SEGURIDAD, CONSTRUCCION Y OPERACION COMERCIAL DE UN REACTOR NUCLEAR



IMPLICACIONES DE UN PROGRAMA NUCLEAR EN EL PRESENTE SEXENIO PARA SATISFACER LA DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA EN UN 20%



A - CONSTRUCCION
 B - OPERACION COMERCIAL

En la tabla 4.5 se muestran los resultados actuales reportados por la C F E con 21 400 MW nucleoelectrónicos para el año 2 000.

En la tabla 4.6 se muestran los costos promedios de generación de energía eléctrica para las plantas nucleares y fósiles para 1976 reportados por la Comisión Federal de Electricidad de los E E U U (Federal Power Commission, FP/US). Esta figura muestra que la diferencia de 5 mills/ KWH (1 mill = una milésima de dólar) en los costos de producción a favor de las plantas nucleares más que compensa por la diferencia en los costos de construcción.

El resultado es un costo promedio para E E U U de 14.6 -- mill/KWH para los costos totales de generación comparados con un promedio de 16 mills/KWH para plantas carboeléctricas de base.

Similarmente, un estudio de una firma de ingeniería constructora de plantas eléctricas Gibbs and Hill Inc. en abril de 1977 concluye: "... para economías con tasa de inflación baja (6%) e intermedia (8%), la generación de energía nuclear surge como la forma más económica de generar electricidad." Para tasas de inflación alta (10%) los costos de generación de plantas carboeléctricas -- equivalen o son ligeramente menores que los costos de generación nuclear; sin embargo, esto solamente ocurre para altos cargos --

TABLA No. 4.5

PROYECCION DE LA INSTALACION DE PLANTAS DE -
ELECTRICIDAD PARA EL AÑO 2000

Plantas	1986		2000	
	MWE	%	MWE	%
Hidroeléctricas	8 555	35.4	21 900	27.0
Termoeléctricas:				
Combustóleo, diesel y gas	11 575	47.9	23 000	28.3
Carbón	2 430	10.1	9 500	11.7
Geotérmicas	290	1.2	5 400	6.6
Nucleoeléctricas	1 308	5.4	21.400	26.4
T o t a l	24 158	100.0	81 200	100.0

Gerencia General de Estudios e Ingeniería Preliminar, C.F.E.

TABLA No. 4.6

COSTOS DE GENERACION PARA PLANTAS NUCLEARES Y FOSILES*

Costos <i>mills / KWH</i>	Fuente: USERDA/FPC		Fuente: ATOMIC INDUSTRIAL FORUM			
	nuclear ¹	Carbón ²	Nuclear ¹	Carbón ² ₁	Carbón ¹ ₂	Petróleo ¹
Capital (construcción)	9.6	5.9				
Combustible Operación y Mantenimiento	2.7 2.3	8.2 1.8	3.0	9.0	10.0	21.0
Producción	5.0	10.0				
	14.6	15.9	15.0	16.0	18.0	35.0

1. Promedio de la Industria
2. Esencialmente plantas de base
- †. UP DATE. Nuclear power program information and data. USERDA. July 1977.

fijos (del orden del 20%) y factores de capacidad bajos (menores del 60%). Estos resultados se muestran en la Fig. 4.5 Los -- costos de generación de las "petroeléctricas" no se comparan, por resultar estos mayores al doble que los correspondientes para los nucleares y de carbón.

Datos comparativos para plantas eléctricas de combustóleo, carbón y nuclear (LWR) se comparan en un estudio de la compañía Ebasco Services Inc. En la tabla 4.7 se muestran estos datos con los obtenidos en el I N E N, para reactores HWR (reactores de uranio natural-agua pesada); en la tabla 4.8 se muestran los datos básicos del ciclo del combustible utilizados en los cálculos anteriores.

Aún cuando no se incluye el costo del capital y solo se muestra el flujo del capital, en la Fig. 4.6 se ve con claridad que a -- pesar de que los costos de construcción para la planta nuclear son los más altos, sus menores costos de producción (costos de combustible, operación y mantenimiento) hacen que rápidamente se -- recupere la inversión inicial, invirtiéndose los resultados al cabo de los 30 años de operación de las plantas. Aproximadamente, 5 años después de la entrada en operación comercial de las plantas, el flujo de capital acumulado es el mismo (ver flecha A, en la -- Fig. 4.6)

FIGURA No. 4.5

17% TASA DE CARGO FIJO

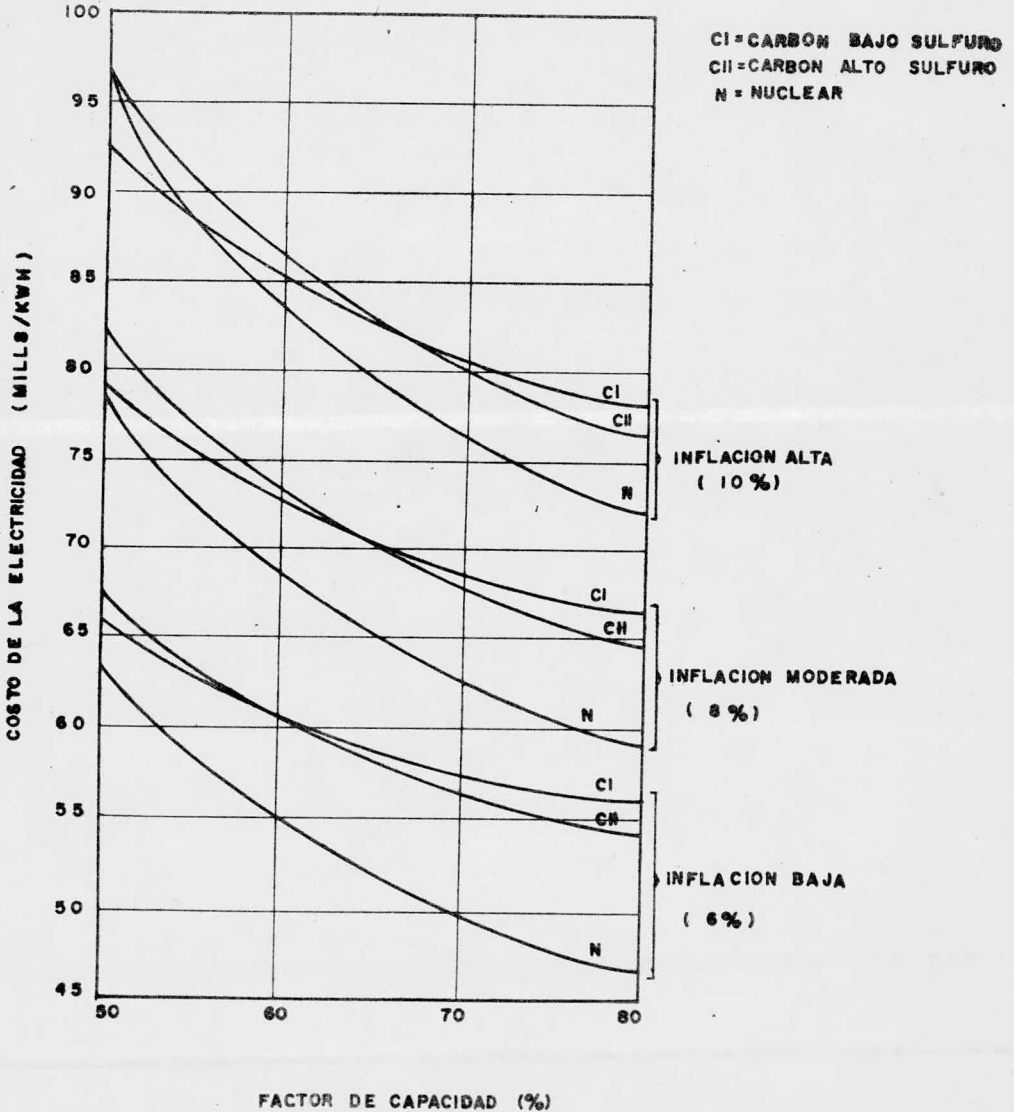


FIGURA No. 4.6

FLUJO DE EFECTIVO PARA LAS OPCIONES
DEL URANIO, PETROLEO, CARBON I y II PARA
UNIDADES DE 654 MWe

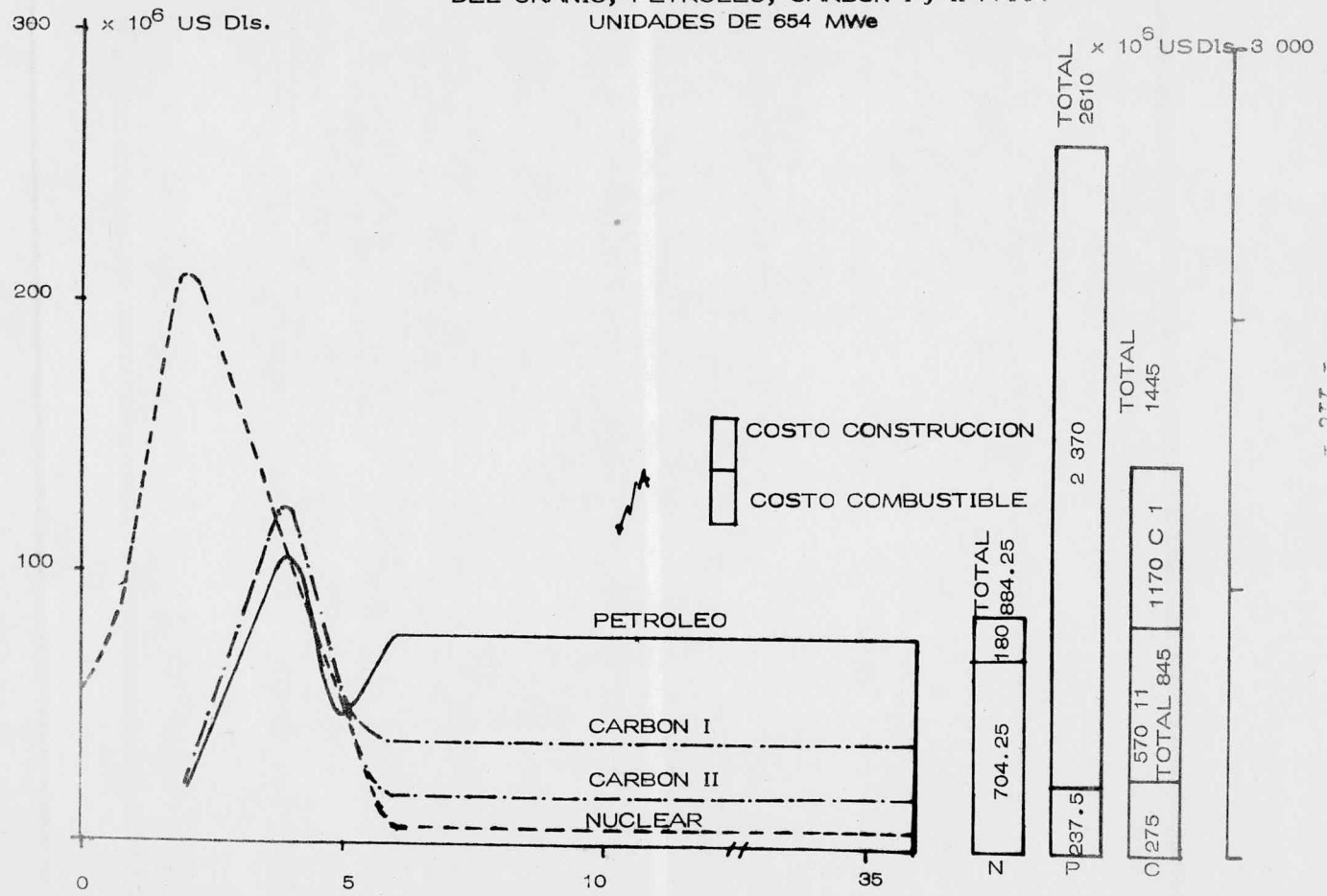


TABLA No. 4.7

COSTOS TOTALES PARA PLANTAS ELECTRICAS
Mills/KWH

	<u>HWR³</u>	<u>LWR³</u>	<u>Carbón⁴</u>	<u>Petróleo³</u>
Construcción ¹	41.71	33.80	29.8	16.9
Operación y Mantenimiento	1.70	1.70	1.7	1.7
Combustible nuclear ²	3.04	14.34		
Combustible fósil ²			25.18	43.2
Reposición agua pesada	<u>.70</u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
T o t a l	47.15	49.84	56.68	61.8
		5.7%	20.2%	32.1%

Las plantas eléctricas empezarán operación comercial en 1987

(cargo fijo: 18%, factor de planta: 70%).

1. Para las plantas HWR, se incluye la carga inicial de agua pesada.
2. Costo nivelado a 10 años, 1987-1996 (ver datos básicos Figura 8)
3. Morales Amado, A. Programa de reactores. Instituto - Nacional de Energía Nuclear. Febrero 1977.
4. Rossi A.J. and Ritchings, F.A. "Dramatic changes in nuclear and fossil costs". Ebasco Services Incorporated. October 1976.

TABLA NO. 4.8

PROYECCION DE LOS COSTOS DEL CICLO DE COMBUSTIBLEDATOS BASICOS ⁽²⁾

		Inflación por año	1976	1986	1988	1998
Pasta amarilla	\$/lbU ₃ O ₈	7 %	37	73	83	164
Conversión a UF ₆	\$/KgU	4 %	3.6	5.4	5.85	8.65
Costo del UF ₆	\$/KgU	6.9%	100	195	221	434
Enriquecimiento	\$/u.t.s	4 %	109	161	174	258
Fabricación de elementos combustibles	\$/KgU	4 %	100	146	158	234
Reprocesamiento	\$/KgU	4 %	187	277	299	443
Crédito por plutonio	\$/gm	5 %	36	58	64	104

(2)

Rossi, A.J. and Ritchings, F.A. "Dramatic changes in nuclear and fossil costs
Ebasco Services Incorporated. October 1976.

En la Fig. 4.8 se muestran los costos totales de generación para varios energéticos como función del factor de planta. Estos calculos fueron obtenidos en el I N E N, para plantas eléctricas que entrarían en operación en 1987. Se observa que el costo de inversión para las plantas de combustóleo es de aproximadamente la mitad que para las nucleares; sin embargo, el costo total de generación de las plantas de combustóleo es aproximadamente, 60% mayor que el de reactor LWR y 75% mayor que el de HWR; el costo total de generación del LWR es un 11% mayor que el del HWR.

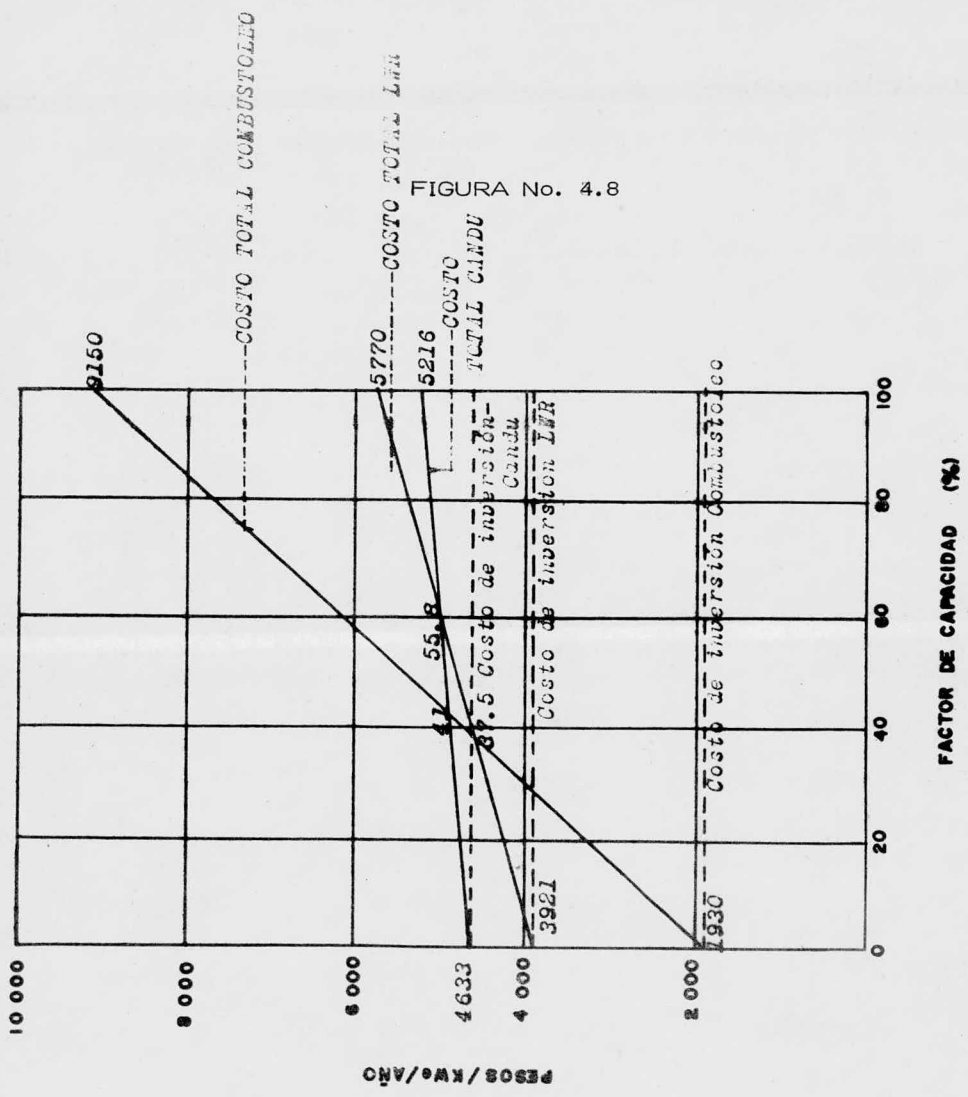


FIGURA No. 4.8

Resultados

4.2.9

Partiendo de la tabla 4.2 se determinó que un sistema agrícola avanzado producirá 2.82 Kcal de producción de granos -- por cada Kcal de insumo de energía. Considerando que las tierras cultivadas con técnicas modernas en México producen 2.82 Kcal -- por cada Kcal de insumo y tomando como base una dieta alta en -- proteínas, la cual requiere 5 300 Kcal de productos vegetales al día por person . El insumo de energía en un sistema agrícola --- avanzado, para suministrar una dieta adecuada de 5 300 Kcal se-- ría de $5\ 300/2.82 = 1\ 879$ Kcal de insumo de energía, por día, -- por persona. El petróleo suministra el 85% de la energía total-- consumida, las necesidades alimenticias de una persona utiliza-- rían $1\ 879 \times 0.85 = 1\ 597$ Kcal de insumo de petróleo, por día,-- por persona.

La electricidad contiene 869 Kcal/KWH, considerando un eficiencia del 70% en la generación de electricidad de las plantas termoeléctricas se necesitan $869/0.7=1\ 228$ Kcal de insumo de petróleo por cada KWH; cada KWH de substitución eléctrica en vez de petróleo nos dejaría disponibles 1288 Kcal.

Una planta nuclear de 600 MW producirá 6×10^5 KW x 24 hrs x 0.7 = 1.028×10^7 KWH por día, con un factor de capacidad-

de 70%.

Esto equivale a $1.028 \times 10^7 \times 1\,228$ Kcal (equivalentes de petróleo) = 1.262×10^{10} Kcal de petróleo.

Si éste petróleo se utiliza para producir alimento,-- proporcionaré una dieta alta en proteínas para:

$$\frac{1.262 \times 10^{10} \text{ Kcal/de petróleo/día}}{1\,597 \text{ Kcal de petróleo/día/persona.}} = 7.9 \times 10^6 \text{ personas}$$

En el 20% de la tierra cultivada en el país se emplean "técnicas agrícolas modernas". Si en el 80% de las tierras -- restantes se emplearan técnicas modernas la producción de alimentos se incrementaría 125% (sec. 4.2.2), esto implicaría a su vez un incremento en la demanda de energía del sector agrícola.

El total de tierras cultivadas es 17 millones de hectáreas, el 80% de éstas representan 13.6 millones de hectáreas.

En cada hectárea el terreno cultivada con técnicas -- agrícolas modernas se requieren 7.16×10^6 Kcal de insumo por hectárea y por cosecha (tabla 4.2). La cantidad de energía requerida por 13.6 millones de hectáreas sería:

13.6×10^6 hras. $\times 7.16 \times 10^6$ Kcal-insumo/cosecha-hra. = 9.74×10^{13} Kcal-insumo/cosecha. Suponiendo dos cosechas por año la demanda de energía alcanzará 1.95×10^{14} Kcal-insumo/año.

Un barril de petróleo crudo equivalente es igual a --
 1.28×10^6 Kcal.

La cantidad de barriles de petróleo crudo equivalente--
necesarios para satisfacer la demanda de energía sería:

$$\frac{1.95 \times 10^{14} \text{ Kcal/año}}{1.28 \times 10^6 \text{ Kcal/barril}} = 152 \text{ millones barriles/año.}$$

La producción de petróleo programada por PEMEX alcanza
2.25 millones de barriles de petróleo por día (825.25 millones--
anuales).

El incremento de la demanda del sector agrícola (del--
80% de las tierras cultivadas con esta suposición sería del 18.5%
de la producción petrolera total.

La situación real sería mas grave pues el sector agrícola
la consume: Kerosinas y Diesel (tabla 4.3), éstos productos equi
valen al 30% de la refinación del petróleo crudo, por lo que el
petróleo crudo adicional a extraer sería:

$152 \text{ millones de barriles/año} / .3 = 507 \text{ millones de ba--}$
rriles/año.

CONCLUSIONES

La población mundial aumentará en 70% para el año 2000, lo cual implica que la producción de alimentos casi se debe duplicar durante el mismo período.

Con los actuales métodos agrícolas, las nuevas disponibilidades de terreno cultivable no son suficientemente grandes para satisfacer la mayor producción de alimentos. Por lo tanto, se debe utilizar una agricultura más intensiva para asegurar una producción alimenticia adecuada.

En el futuro se necesitarán mayores cantidades de energía para la agricultura mundial. Puesto que la producción de alimento casi deberá ser duplicada y el uso intensivo de energía por Kcal de producción de alimento también debe aumentar al utilizarse modernos sistemas agrícolas para poder satisfacer la demanda.

No hay un sustituto factible para el petróleo en el sector agrícola que se use en el transporte, cultivo y fabricación de fertilizantes.

Los cereales satisfacen en conjunto más del 50% de las necesidades en proteínas y energía del mundo. Grandes cantidades de cereales se transforman en carne, leche, huevos y otros productos.

Es necesario sostener una tasa alta de aumento en el consumo energético (en base al petróleo) para satisfacer las necesidades alimentarias de la creciente población mundial.

En el caso de México es necesario definir e implementar "Las Políticas Nacionales de Energéticos y Alimenticia", que permitan conservar y aprovechar los recursos energéticos del país, así como asegurar la producción suficiente de alimentos para la población.

La política alimentaria nacional debe tratar de:

- 1) Aumentar la producción de alimentos para satisfacer las necesidades del país.
- 2) Programar la producción de alimentos en base a una dieta adecuada para la población.

La política energética nacional debe tratar de:

- 1) Preservar y aprovechar los recursos energéticos del país.
- 2) Diversificar las fuentes de energía, de manera que los -- hidrocarburos duren el tiempo necesario para una transi-- ción más adecuada hacia las nuevas fuentes de energía.

Si los recursos hidroeléctricos, geotérminos y carboníferos son explotados adecuadamente del año 1987 al 2000 para la generación de energía eléctrica, la oferta de energía será inferior a la demanda - (ver tabla No. 5.1).

TABLA No. 5.1

Año 2000	Capacidad Instalada (M W)	Energía Generada (G W H)
Hidroeléctricos	25 000	83 000
Geotérmica	2 000	15 000
Carbón	10 000	71 000
Termoeléctricas	13 000	63 000
Nuclear	1 300	9 000
T o t a l	51 300	241 000
Demanda	77 000	417 000
Déficit	25 700	176 000

Se presentará un déficit de 176 000 GWH si esta energía es -
generada por plantas nucleoelectricas dentendrá un ahorro de petró-
leo de:

$$\begin{aligned}
 & 1.76 \times 10^8 \text{ KWH} \times 1\,228 \text{ Kcal (equivalentes de petróleo)} \\
 & = \\
 & = 2.16 \times 10^{11} \text{ Kcal de Petróleo/día.}
 \end{aligned}$$

Si este petróleo se utiliza para producir alimento, proporciona-
rá una dieta alta en proteínas para:

$$\frac{2.16 \times 10^{11} \text{ Kcal de petróleo / día}}{1597 \text{ Kcal de petróleo/día/persona}} = 1.35 \times 10^8 \text{ personas}$$

Si se satisface el déficit de energía eléctrica para el año 2 000

con la instalación de plantas nucleoeléctricas se podría dejar disponible el petróleo necesario para proporcionar una dieta alta en proteínas para 135 millones de personas. (*población total*)

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Pazos, L.; Devaluación en México. Editorial Diana, 1977.
- 2.- Banco de México.; Informe Anual, 1976.
- 3.- Banco de México.; Indicadores Económicos, Diciembre, 1977.
- 4.- Pazos, L.; Futuro Económico de México. Editorial Diana, 1977.
- 5.- Consumos Aparentes.; S.A.G.; 1971-1977.
- 6.- El Economista Mexicano.; Septiembre-Octubre, 1978.
- 7.- F.A.O.; Anuario Estadístico. 1976.
- 8.- Boletín de la Comisión de Energéticos.; Abril. 1976.
- 9.- Workshop on Alternative Energy Strategies.; Mayo, 1977.
- 10.- World Energy Conference. Estambul, Turquía.; Agosto. 1977.
- 11.- Panorama Mundial de los Hidrocarburos; Dirección General del petróleo; Enero, 1978.
- 12.- Oil and gas Journal; Diciembre, 1977.
- 13.- Boletín de la Comisión de Energéticos; Diciembre, 1978.
- 14.- Boletín de la Comisión de Energéticos; Julio, 1978.
- 15.- Galvez, L.; Villanueva, C.; Lartigue, J.; Ortega, R.-Nuclear Fuel Cycle in México.
- 16.- Pemex. Anuario Estadístico. 1976.
- 17.- Boletín de la Comisión de Energéticos. Julio, 1977.
- 18.- David Pimentel et al; Food Production and the Energy Crisis.- Science. Noviembre 1973.
- 19.- Jean Mayer; The Dimensions of Human Hunger; Scientific American.

- 20.- Earl O. Heady; The Agriculture of the U.S.; Scientific, American. Septiembre, 1976.
- 21.- Robert. Loomis; Sistemas de Agricultura; Investigación y -- Ciencia; Noviembre, 1976.
- 22.- Edwin J. Wellhausen; La Agricultura de México; Investiga--- ción y Ciencia. Noviembre, 1976.
- 23.- Ramírez H. J., Ayluardo , L.; la Crisis de Alimentos en --- México. INN-CONACYT-PRONAL. 1975.
- 24.- Morales A.; Uranio; Presentado en el Foro sobre las bases-- para una política Nacional de energéticos. Colegio Nacional de Economistas; Febrero, 1978.

TESIS



Tesis por computadora

Medicina 25 Local 2
Tel. 550-87-98

Frente a la Facultad de Medicina
Ciudad Universitaria