



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

"Tres décadas de orgullosa excelencia" 1971 - 2001

CURSOS INSTITUCIONALES

DIPLOMADO EN REGULACIÓN Y OPERACION ENERGÉTICA

**MOD. IIV ECONOMÍA Y REGULACIÓN DE LA
ENERGÍA**

Del 08 al 24 de octubre de 2001

APUNTES GENERALES

Coordinador: Ing. Martiniano Aguilar Rodríguez
Secretaría de Energía
Octubre /2001

IV-ECONOMIA Y REGULACIÓN DE LA ENERGÍA

IV-I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la mayoría de las Naciones han reconocido que su estabilidad financiera (inflación, factores económicos), su nivel de vida y hasta la seguridad nacional, están influenciados por el consumo de energía, razón por lo que, han tratado de definir que políticas de energía, se requieren para balancear el suministro y consumo de energía con dichos factores.

Se necesita llevar a cabo acciones, sobre éstas políticas en las próximas décadas, para evitar impactos negativos significativos imprevistos, en la economía nacional y en el nivel de vida, como por ejemplo:

- Se requiere reconciliar políticas ambientales con políticas de energía, en tal forma que se coordinen, no que se contra-pongan.
- Tomar decisiones sobre la mezcla de exportación y uso interno de petróleo.
- Controlar y regular los precios de energía.

La emisión de políticas de energía pueden ser a corto, mediano ó largo plazo. Las de corto plazo son más difíciles, porque no están disponibles o desarrolladas nuevas tecnologías o implementadas acciones, por ejemplo, provisiones de suficiente electricidad a base de petróleo; la dirección de la política, puede tener profunda implicación en los eventos a largo plazo y afectar dramáticamente los tipos de decisiones que pueden tomarse en el futuro. Los objetivos primarios de las políticas de energía pueden ser los siguientes:

- Desarrollo de un suministro adecuado de energía a precios razonables, que permita disfrutar de un buen estándar de vida
- Obtención de una relativa autosuficiencia en energía
- Mantenimiento de un buen ambiente seguro y saludable
- Obtención de máxima eficiencia en la producción, distribución y utilización de todas las formas de energía
- Conservación de los recursos energéticos y reducción de la demanda de energía
- Impulsos a nuevas formas de energía.
- Impulso a descubrimiento de reservas.
- Diseño de políticas fiscales y de impuestos, para proporcionar incentivos para el desarrollo y utilización de fuentes alternativas renovables de energía.
- Definir hasta que punto el combustible sintético puede cerrar la brecha de la energía.
- Determinar las perspectivas de la potencia solar, MHD, geotérmica, fusión nuclear u otras fuentes alternativas,
- Definir cuales son las implicaciones en la calidad del aire, con el incremento del uso de aceites con alto y bajo azufre y carbón.

- Determinar que tan efectivo sería modificar los códigos de edificios, para reducir la demanda de energía.
- Definir como puede bajarse el mercado y demanda de energía en el transporte.

La implementación de políticas de energía debe incluir lo siguiente:

- Determinar el grado de compatibilidad con la seguridad nacional, la energía limpia y a bajo costo.
- Como debe ajustarse el precio de la energía: a precios internacionales, con subsidios o a un sistema alternativo
- Cuales son las implicaciones de la selección de sitios de PTE y refinerías.
- Etapas de aprobación de proyectos relacionados con energía
- Desarrollo de un esfuerzo conjunto de investigación y desarrollo

La principal tarea de la investigación y desarrollo (I y D), es la encontrar nuevas fuentes alternativas de energía y la conservación de la energía: para lograr lo anterior, se debe realizar un conjunto de trabajos que requieren recursos (financieros, humanos, etc.) y definición de fechas para alcanzar metas, considerando que actualmente, aun con metas claras y bien definidas y asegurados ciertos recursos, no se puede garantizar que tanto tiempo llevará alcanzar las metas

Un escenario potencial para los próximos 50 años sería:

- Corto y mediano plazo: petróleo, carbón, hidráulica.
- Largo plazo: fusión nuclear, solar.

Basado en la prospección anterior, los gastos de I y D deben enfatizar

- Investigaciones de métodos de explotación y de potencial solar
- Desarrollo de métodos efectivos y económicos de conservación de energía.
- Mantenerse actualizado de los avances en I y D de fusión nuclear.

Las políticas energéticas, deben conducir a acciones para centralizar e integrar una política energética nacional, sin embargo, los estados deben tener sus propias políticas estatales energéticas, ya que las políticas de crecimiento y densidad de población, tienen impacto sobre los requerimientos de crecimiento de fuentes de energía, dentro de ese estado; el análisis del crecimiento, debe considerar las condiciones de bajo, medio y alto. Para limitar y controlar el crecimiento de consumo de energía, se deberá:

- Regular eficientemente el uso del suelo
- Desarrollar políticas y medidas de conservación de energía, incluyendo mejores diseños de edificios
- Mejorar la eficiencia en la transportación incluyendo en especial aspectos de contaminación del aire por el uso de energía
- Incrementar pagos por vivir en proyectos de nuevos desarrollo

- Análisis independiente de suministro y demanda de energía
- Desarrollo de guías de seguridad y ambientales, para sitios de plantas eléctricas de potencia y refinerías, incluyendo la vulnerabilidad sísmica
- Certificación de las facilidades de potencia eléctrica y refinerías
- Potencia de emergencia para aliviar recortes de energía
- Efecto del movimiento masivo de petróleo
- Necesidad y carácter de expansión y modificación de refinerías
- Balances ambientales, económicos y técnicos, entre medios alternativos de generación eléctrica.

En general, la emisión de políticas energéticas, debe incluir regímenes de incremento de energía, social y ambiental, costos de extracción, conversión, transportación y uso de combustibles fósiles y de potencia nuclear; el desarrollo de nuevas fuentes alternativas de energía es crítico. Actualmente, la elección de la fuente correcta de energía del futuro, es un elemento de política difícil de definir. Se considera que, la transición completa de la dependencia del petróleo a una nueva fuente alternativa de energía, como la solar o la fusión nuclear puede tomar hasta unos 50 años, aunque una cuarta parte podría alcanzarse en 25 años

IV-2. PIB Y EMPLEO

El rápido incremento en la demanda de energía, ha causado mucha preocupación para su suministro adecuado a largo plazo, no solo en México, sino en todo el mundo. El crecimiento en el consumo de energía, se ha incrementado a una tasa entre 4 y 6% anual (5% en promedio); la distribución de las fuentes individuales de energía en el año de 1988, que en el mundo fue de 122.7×10^{15} Kcal y en México de 1050×10^{12} Kcal, fue la siguiente.

Fuente de energía	% del total	
	Mundial	México
Carbón y Lignito	35.8	5.2
Petróleo	40.9	63.3
Gas natural	16.3	21.6
Hidro/nuclear	4.2	6.4
Maderas	2.8	1.5

Para la transición al futuro, los países desarrollados deben usar menos energía por dólar del PIB y los países en desarrollo deben disminuir las tasas de crecimiento de población; es de lo más importante encontrar fuentes alternativas de energía.

Las estimaciones de recursos energéticos mundiales varían en forma muy amplia. El término Recurso, significa las cantidades de combustibles mineral que han sido identificadas o son consideradas, bajo la base de conocimientos geológicos y de ingeniería, recuperables o producibles bajo condiciones económicas corrientes, con la tecnología existente; el término recursos incluye reservas y también comprende depósitos ya identificados, pero no recuperables en el presente, así

como también depósitos sin descubrir, que pueden o no ser recuperables. Por medio de descubrimientos y mejoramientos en la tecnología, depósitos sin descubrir y no-económicos se mueven a la categoría de reservas; las reservas y recursos mundiales energéticos son las siguientes

Energético	Reservas conocidas	Recursos
	Recuperables	Totales
Carbón (10^9 t)	690	11,100
Petróleo (10^9 barriles)	560	2.000
Gas natural (10^{12} m ³)	75	270
Esquistos bituminosos (10^9 barriles)	-	2.000
Mineral de uranio (10^3 t)	3,000	7.000

Las reservas conocidas de combustibles, no están uniformemente distribuidas en el mundo. En general a los países menos desarrollados, que no cuentan con suficientes reservas de combustibles, les conviene más enfocarse hacia los proyectos hidroeléctricos, aunque éstos son de capital más intensivos y requieren mayores tiempos de construcción.

Estados Unidos de América (E.U.A). Este país, de ser un exportador de su producción de energía agregada en 1925, pasó a ser un importador neto a partir de 1950. En la actualidad, importa unos 9 millones de barriles de petróleo diario, que representan aproximadamente la mitad de sus necesidades; eventualmente también importa gas natural de México, a través de un gasoducto.

Sus reservas de carbón son bastante importantes, ya que pueden satisfacer su demanda por unos 200 años, aunque en la actualidad, para su uso, tienen el problema de la contaminación y están trabajando sobre procesos de gasificación, para hacerlo un combustible limpio.

Las reservas de Uranio son también muy importantes y cuentan con dos plantas para su enriquecimiento, pero además de que existe mucha oposición del público a las plantas nucleares, junto con los demás problemas asociados (financieros, ambientales, incertidumbre), han hecho que se detenga su programa nuclear, después de haber cumplido con uno de sus propósitos: disminuir la demanda de petróleo, para bajar sus precios.

Por otra parte los E.U.A tienen programas importantes para desarrollar fuentes alternativas de energía a largo plazo, como la fusión nuclear y la energía solar.

Canadá. Tienen abundancia de recursos naturales y son casi autosuficientes en el suministro de energía; su principal problema, es que los consumidores están lejos de los centros de producción. La hidroelectricidad, representa el 23% del suministro de energía primaria, mientras que en E.U.A es de menos del 2% y en México menos del 10%.

Europa Occidental. Hace 50 años era un exportador neto de combustible (carbón), pero en la actualidad, es el mayor importador de energía primaria, del mundo; en 1940 solo importaba el 5% de sus necesidades, pero ahora lo que importa representa el 60% de sus necesidades energéticas primarias. El petróleo que importa, representa mas del 90% de su consumo: el gas natural es el 7% de sus necesidades energéticas (10% de Argelia y URSS y 90% de Nueva Zelandia). Las reservas de carbón, son suficientes para cubrir la demanda varias décadas, al ritmo actual.

Las políticas y planeación de energía tienen tres organizaciones.

- Eurotom, para la energía nuclear
- Comunidad Europea de Acero y Carbón, para el Carbón
- CEE, para el petróleo y gas natural

En el futuro, utilizarán el petróleo mas como materia prima para la industria química, que como energético; adicionalmente, tienen programas importantes para disminuir el consumo de energía y aumentar la potencia en plantas nucleares, aunque esto, involucra grandes inversiones. La dependencia de petróleo importado, ha tenido profundas consecuencias políticas y económicas; las balanzas de pagos han sido deficitarias y su relativa independencia, depende principalmente del desarrollo de plantas nucleares.

América Latina (AL) y Países Menos Desarrollados (PMD) Estas naciones, están tratando de desarrollar una base industrial y una agricultura moderna mecanizada, para lo que requieren energía: los que no tienen petróleo, han sido afectados severamente en su balanza de pagos al tener que importarlo.

Algunos de éstos países, dependen en gran medida de la leña como fuente primaria de combustible (más de 50% en unos casos), sin embargo, en muchos lugares el crecimiento demográfico supera al crecimiento de árboles, ocasionando graves daños ecológicos. Hay estimaciones de que en estos países, se usan unas 2×10^9 t. de madera anualmente, que equivale a quemar 1.3×10^9 t. de carbón (7.88×10^{15} Kcal).

Algunos países en desarrollo como Brasil, tienen el potencial de planear el uso de plantaciones de materia combustible, como la caña de azúcar y la mandioca (yuca), que da alcohol etílico por medio de un proceso de fermentación; adicionalmente, como no tiene petróleo, está desarrollando un esquema de energía nuclear significativo.

En general, las naciones en desarrollo, requieren la utilización del potencial geotérmico, solar y del viento en el futuro, para lograr una razonable autosuficiencia, industrialización y riqueza.

México. México aprendió que el comercio de la energía, además de su dimensión económica, es un elemento crítico en la determinación de su política

exterior, aunque no en la dirección que suponían sus políticas de ser un pequeño importador de energía, se convirtió a finales de la década de los 1970's, en un importante exportador de petróleo.

A la luz de los resultados (la mayoría de los mexicanos tenemos menor nivel económico), la decisión de dar a conocer al mundo nuestras reservas petroleras y perforar pozos, no fue muy afortunada, con el agravante de que se hizo con parte de los dólares prestados, que habían sido invertidos por los árabes en la banca mundial, al tener excedentes por el súbito incremento en los precios del petróleo

En la actualidad, México exporta diariamente alrededor de 1.5 millones de barriles de petróleo, pero el producto de su venta difícilmente alcanza para cubrir el servicio de la enorme deuda contraída en las condiciones actuales.

Las reservas petroleras son de 42,000 millones de barriles, el consumo interno es actualmente es alrededor de 1.5 millones de barriles diarios, que dan un consumo anual de 548 millones de barriles. Con este consumo y un ritmo de crecimiento de 5% anual, las reservas conocidas podrían durar 58 años: con este margen de tiempo, en el caso de la electricidad, no parece muy inteligente apoyar un programa con plantas nucleares, que cuestan 6 veces más (5,000 dólares/KW) que las termoeléctricas convencionales, sin contar con otras inconvenientes.

IV-3. FLEXIBILIDAD DE LA DEMANDA Y SUMINISTRO

La economía en la energía, se refiere a la distribución del recurso energía y que tiene varios usos alternativos; las formas de distribuir éste recurso son por:

- Precios
- Políticas gubernamentales
- Impuestos
- Existencia de mercados
- Regulaciones
- Estructura de organización
- Disponibilidad; localización relativa de la fuente al consumidor.

La economía de la energía, se refiere a ésta en su aspecto de mercancía, el intercambio, tiene lugar cuando la energía se transfiere de una parte a otra por algún bien valuable, normalmente dinero, que se transfiere en la dirección opuesta.

La riqueza de una sociedad, se incrementa por el uso de la energía, hasta un cierto punto; existe una estrecha relación entre el PIB y el aumento del consumo de energía, aunque la riqueza en sí misma resulta en un incremento del uso de energía

Cuantitativamente, la relación entre el consumo de energía E y el PIB, puede ser expresado en la siguiente forma:

$$\text{Log } E = a + b \log \text{ PIB}$$

La relación entre la energía consumida, en Kg. de carbón equivalente (Kg. c.e.) por cada dólar de PIB, varía aproximadamente de 4 a 1; algunos de los valores promedio son:

2.24 Kg. c.e./dólar de PIB
15 X 10³ Kcal/dólar de PIB
17.5 KW-h/dólar de PIB
1.9 litros de gasolina/dólar de PIB.

El uso de la energía muestra también una estrecha relación con el empleo: cuando el consumo de energía aumenta, el empleo también aumenta, sin embargo, es difícil determinar si la energía es un aumento causal o simplemente sigue la tendencia de una recesión resultante de otras causas. Junto con el incremento en el precio de la energía, otros factores contribuyen al fenómeno de la recesión. En E.U.A, donde se consumen de 60 a 90 X 10⁶ Kcal/persona, por cada mil millones (10⁹) de Kcal., se da empleo a 2275 personas.

Al cambio en el suministro de una mercancía, en respuesta a su precio de mercado, se le llama "elasticidad de suministro"; similarmente, una mercancía tiene una elasticidad de demanda en respuesta a su precio.

IV-4. ENERGÍA NETA

Puede definirse a la energía neta, como la cantidad de energía que queda para uso del consumidor, después de descontar el costo en energía para encontrarla, producirla, procesarla y transportarla. Desde éste punto de vista, la energía obtenida de fuentes como los exquisitos bituminosos, nuclear, minas profundas de carbón, etc., tienen una cantidad menor de energía neta.

En todos los procesos de producción de energía, se agregan subsidios en la forma de energía para la prospección, exploración, extracción, refinación y transporte de la energía. Considerando los varios tipos de subsidios de energía, todas las mediciones de energía deben ser de la misma calidad, si son equivalentes en su habilidad para realizar trabajo, por ejemplo, una caloría de electricidad puede hacer más trabajo que una caloría de petróleo o carbón y éstas pueden hacer más trabajo que una caloría de luz solar.

La calidad de la energía, se calcula evaluando la energía usada en convertir una forma de energía en otra, es decir, evaluando la cantidad de un tipo de energía, requerida para desarrollar otra. Una medida de la energía neta, es la "relación de energía neta" (REN), que se define en la siguiente forma:

$$REN = \frac{\text{Energía suministrada}}{\text{Energía secuestrada, invertida, separada o retirada}}$$

En donde la energía secuestrada, es la energía subsidiada para el proceso. La relación de energía neta REN de algunos procesos, es la siguiente.

PROCESO DE ENERGÍA	REN
Reactor nuclear de agua ligera	9
Gas natural doméstico	60
Petróleo crudo	70
Carbón	40
Gasificación del Carbón	7
Petróleo de esquistos	2.8
Vapor seco geotérmico a electricidad	12.6
Electricidad (conversión de combustible)	1.5

5.- EL PRECIO DE LA ENERGÍA

Normalmente, cualquier cambio relativo en la estructura de precios de la energía, resulta en una sustancial redistribución de ingresos; el precio relativo de la energía, con respecto a los salarios, ha aumentado en los últimos años. El precio del petróleo es más alto, puesto que tiene muchos usos: en el transporte, en la industria química y es relativamente fácil de transportar; el precio del carbón es menor, pero no tiene las ventajas anteriores.

En el precio de la energía, es necesario considerar el costo de su transportación, que en general, tiene los siguientes valores.

FORMA DE ENERGÍA	MODO DE TRANSMISIÓN	COSTO DE TRANSMISIÓN /10 ⁶ Kcal/100Km
Gas natural	Tubería	5.4
Hidrógeno	Tubería	12.5
Electricidad	LT de 400 Kv	17.5
Electricidad	LT de 200 Kv	32.6

IV-6. COMERCIO Y ECONOMÍA

Un factor crítico en la economía de México es el balance entre las exportaciones de petróleo y el servicio de la deuda externa; actualmente sólo por concepto de intereses de la deuda externa, se absorbe prácticamente todo el producto de las exportaciones petroleras y es de esperarse que los países industrializados, traten de mantener esta situación, porque ellos son los importadores de petróleo y al mismo tiempo los acreedores.

La situación anterior, junto con las necesidades de México de nuevos créditos, tanto para importar alimentos como materiales, equipo, refacciones y

tecnología para operar y desarrollar su planta industrial, mantendrá indefinidamente dicha dependencia, si no se logra cambiar esta estructura de comercio y económica

Origen del crecimiento excesivo de la deuda externa. Como consecuencia del llamado embargo petrolero árabe en 1973, en que se tuvieron repentinos y sustanciales aumentos de los precios del petróleo, los países árabes se vieron con una cantidad de dólares que no podían utilizar en sus países, por lo que, siguieron el camino de invertirlos en los bancos (principalmente de E.U.A), y éstos, al tener recursos en exceso los ofrecieron a países en desarrollo como México, Brasil, Argentina; México, se "beneficio" doblemente: con los préstamos y con los mayores ingresos por exportación del petróleo. Los altos precios internacionales del petróleo, no pudieron ser sostenidos y su desplome, que hasta la fecha continua, ha sido un factor muy importante de la grave crisis económica mexicana.

IV-7. COSTOS DE CAPITAL DEL SERVICIO PUBLICO

Los costos de construcción de nuevas plantas generadoras de electricidad, requieren de grandes inversiones de capital; en donde las empresas eléctricas son privadas, como en E.U.A., se consideran afectadas por el interés público y se les clasifica como de servicio público (utilities), encontrándose entre éstas, también el suministro de agua, gas natural y manufacturado, servicios telefónicos, telegráficos y el transporte público. Como estas compañías suministran un servicio necesario o esencial, se les da el monopolio del servicio en una región

La demanda de los consumidores de los productos de servicio público, no es significativamente elástica, es decir, la cantidad comprada no es afectada en forma significativa por pequeños cambios de precios, razón por la cual, éstos servicios, como un "bien público", están regulados por agencias estatales o federales

La naturaleza de la industria eléctrica, hace que sea de capital muy intensivo; los desarrollos tecnológicos, han incrementado la intensidad del capital, para sustituir el capital para combustible. Por la intensidad del capital, éstas industrias invierten grandes cantidades de esfuerzos en la coordinación de operaciones, control de carga, procedimientos de emergencias y programación de mantenimientos; la coordinación total, conduce a economías de escala en equipos, resultando en grandes plantas de potencia y líneas de transmisión de altos voltajes.

Las agencias reguladoras, permiten a las compañías de servicio público, una entrada basada en su capital invertido; para incrementar la entrada permitida, deben incrementar la tasa base llamada "tasa de rédito favorable", permitida por la agencia reguladora. Normalmente, reciben entre 7 y 10% de rédito de la inversión a largo plazo. La inflación, altos costos de equipos, escases de materiales y altas tasas de interés, hacen que el nivel proyectado de inversión de capital para las expansiones, sea difícil de lograr.

También la necesidad de un suministro confiable de electricidad, forza a las compañías eléctricas a ser capital altamente intensivo. Las compañías eléctricas, tienen una inversión bruta de planta, por dólar de ingreso por venta, de siete veces más alta que el promedio de todas las corporaciones manufactureras; el promedio de las compañías eléctricas es de \$4.40/dólar de ingreso por venta

En la tabla siguiente, se muestran los períodos de construcción de nuevas plantas generadoras de electricidad, así como su costo, en US dólares por Kw instalado.

Tabla. Costos y tiempos de construcción de plantas de potencia eléctrica mayores de 50 MW.

TIPO DE PLANTA	TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	COSTO EN DÓLARES / kw
Turbina de gas	16 meses	200
Combustóleo y gas	36 meses	1000
Carbón	48 meses	1200
Hidroeléctrica	96 meses	52.000
Nuclear	108 meses	6.000
Ciclo combinado	30 meses	700

Las inversiones necesarias para producir anualmente 10^{15} Kcal (1 millón de barriles de petróleo 1.5×10^{12} Kcal), son las siguientes en US dólares:

- Pozos de petróleo o gas \$ 18×10^9
- Aceite o gas sintético del carbón \$ 40×10^9
- Plantas eléctricas de carbón \$ 180×10^9
- Plantas eléctricas del petróleo \$ 100×10^9
- Plantas eléctricas de nucleares \$ 360×10^9
- Medidas de conservación de energías (inversión por 10^{15} Kcal ahorradas) \$ $16 \text{ a } 40 \times 10^9$

De acuerdo con lo anterior, la mejor inversión de capital para energía en los inicios del siglo XXI, son las medidas de conservación de energía.

8.- LAS TARIFAS DE SERVICIOS PÚBLICOS

Los productos o utilidades de la inversión de una compañía de servicio público, se determina multiplicando el régimen base (capital invertido) por la tasa de rédito; ésta tasa de rédito, determinada por medio de un proceso regulatorio, es entre 6 y 7% anual, es decir, una compañía de servicio público, puede incrementar sus utilidades, aumentando su capital invertido y/o su tasa de rédito. El valor de régimen base, cae entre dos extremos: el costo original y el costo de reproducción

La determinación de tasas razonables, con objetivo de lograr una utilidad justa, es el aspecto más difícil y controvertido de la regulación de las compañías de servicio público.

La estructura típica de tarifas para las compañías de servicio público, es la llamada "estructura de tarifas en bloque" y resulta en un costo promedio por unidad de energía (Kw-h ó Cal.). Conforme el consumo se incrementa, el costo promedio disminuye con el incremento del uso, debido principalmente al aumento en la utilización del sistema de distribución y a la parte del costo fijo del sistema, sin un incremento proporcional en el costo. Las tarifas de bloques decrecientes, usualmente se justifican en términos de costos fijos por unidad; declinando con el incremento del uso.

Una estructura de tarifas, diseñada para recuperar los costos fijos, es la conocida como "tarifa de dos partes"; esta estructura de tarifas, carga al consumidor una cuota, para recuperar los costos fijos y luego usa una tarifa plana para el consumo de energía. Esta estructura de tarifa, no promueve el uso de energía aunque da un solo precio para un conjunto de usos de energía.

Una estructura de tarifa de tres partes, invertida, tiene un incremento en el costo conforme aumenta el consumo; esta estructura, desalienta la expansión en el uso de energía, aunque puede proporcionar un incentivo económico sustancial, a los usuarios industriales de grandes volúmenes de energía, para cambiar a fuentes alternativas, en lugar de pagar tarifas progresivamente más altas.

Probablemente la estructura de tarifas de dos partes sea la más justa, porque logra el objetivo de proporcionar una tasa de rédito para la compañía de servicio a un precio razonable al consumidor y un incentivo al usuario para limitar el consumo de energía.

IV-9. LA ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA DE ENERGÍA

La estructura de la industria de la energía en México, es un monopolio del gobierno federal, integrada verticalmente y operando a cuatro niveles: producción, refinación, transporte y comercialización o mercadeo. En ésta estructura, se involucran complejas combinaciones de propiedad de recursos, impuestos, subsidios, establecimiento de mercados garantizados, regulaciones de terrenos públicos para disposición de minerales, concesiones, cuotas de exportación (e importación) y restricciones de salidas. Se considera que sería benéfica una reestructuración, con participación de iniciativa privada, ya sea horizontal o vertical

IV-10. MÉTODOS PARA CONTROLAR EL CONSUMO DE GASOLINA

En el caso de disminución en la oferta de gasolina existe la necesidad de proyectar esquemas de distribución de gasolina.

La mayor cantidad de petróleo que se consume en el transporte, es principalmente en la forma de gasolina. Las medidas para limitar el consumo de gasolina son: por el aumento del precio o por racionamiento. El primer método, produce directamente aumento de la inflación al afectar el costo de todos los bienes, y el segundo, genera mercado negro y se requiere crear una enorme burocracia para administrar el sistema.

El esquema de impuestos puede usarse para redistribuir recursos en áreas de conservación de energía; algunos estudios establecen que un 10% de aumento de impuestos en la gasolina disminuye un 5% en el consumo de gasolina. Este cargo podría resultar en un ahorro de unos 90 millones de barriles de petróleo por año

No está claro si en el esquema de redistribución como el anterior se requiera en el futuro cercano o si las fuentes alternativas de energía sustituirán al petróleo, lo cual obviará la necesidad de controles posteriores de consumo de gasolina por precios o por métodos de racionamiento.

Incrementos en los costos de combustibles fósiles pueden resultar en rápido desarrollo de fuentes alternativas de energía como la solar y la geotérmica.

IV-11. CRECIMIENTO Y SOCIEDAD

Las naciones industrializadas del mundo han cambiado de un crecimiento ilimitado como objetivo primario a una mezcla de un conjunto de objetivos que incluyen un ambiente limpio, comodidades razonables, empleo para quien lo desee y estabilidad. Estas naciones han cambiado su atención de cosas consumidoras de energía como carros y artefactos eléctricos a la calidad de vida en lugar de cantidad.

Conforme las metas de un cambio individual con cada etapa de desarrollo y las circunstancias de vida se dan, las metas de una nación así como una disminución de sus niveles de población se obtiene

- Maduración de la Economía
- Desarrollo de su tecnología
- Evolución del control de sus recursos

Una sociedad madura busca hacer la máxima energía disponible al menor costo social y económico y además hacer la energía disponible equitativa para todos. Así se busca:

- Energía disponible razonable per cápita
- Amplio acceso público a dicha energía
- Precios razonables de la energía
- Dispositivos de conversión convenientes
- Poco o ningún efecto ambiental

La evolución del desarrollo social y cultural de una nación está relacionada en el uso inteligente de la energía y la tecnología. El desarrollo cultural C de una nación puede relacionarse con la cantidad de energía per cápita consumida E y la eficiencia de los medios tecnológicos con los cuales se pone a hacer trabajo T. Esta relación puede ser expresada sucintamente por la fórmula:

$$C = E \times T$$

El bien social y cultural de una nación puede incrementarse conforme se incrementa en forma efectiva su uso tecnológico de la energía.

La demanda de uso de la energía ha crecido continuamente durante los últimos años, principalmente por el uso del automóvil; ahora se debe trabajar en incrementar la eficiencia tecnológica del uso de la energía. En lugar de promover el consumo se deben tener actividades de moderación con nuevos estilos de vida.

Algunos proponentes de los "límites de crecimiento" argumentan que los recursos se han depletado hasta un punto más allá que no pueden recuperarse. A la vista de esta crítica, puede haber un movimiento hacia una distribución equitativa de la energía en el mundo, sin revoluciones o dislocaciones. Si a este fenómeno se le puede etiquetar como crisis de energía, constituye una prueba severa de la estabilidad del mundo y del sistema económico.

IV-12. DIVERSIDAD Y SIMPLICIDAD

El balance entre estabilidad económica y eficiencia económica también puede verse como un balance entre diversidad y simplicidad. Diversidad dentro de una sociedad implica mucho de estabilidad; una economía diversa también implica muchas firmas o agencias individuales y pequeñas unidades dentro de una sociedad grande, luego entonces no pueden explotarse las economías de escala.

Por otra parte, simplicidad implica un pequeño número de grandes unidades que hacen posible la economía de escala, p.e., una unidad de 1000 MW es más eficiente que 10 de 100MW. Este sistema tiende hacia la centralización en contraste en la economía descentralizada de una sociedad diversificada; esta sociedad depende de molinos de viento, colectores solares, plantas geotérmicas y pequeños

generadores eléctricos, mientras que la sociedad centralizada depende de plantas de energía de 1000MW

En el pasado reciente, nuestra cultura ha puesto alto valor en la economía de escala y en la eficiencia económica, y bajo valor en la diversidad, descentralización y en evitar la inestabilidad.

Algunos reportes recientes invocan a los sistemas centralizados, regulados y planeados para la distribución y consumo de la energía. Otros apuntan hacia un óptimo balance entre el uso de la energía y los efectos ambientales alcanzados por la economía de libre mercado.

Una sociedad descentralizada que opera sobre la base de una tecnología apropiada o intermedia puede disminuir el paso de la caída urbana, el crimen y el consumo de energía. Las tecnologías apropiadas o alternativas son:

- Relativamente no contaminantes
- Baratas
- De mano de obra intensiva
- -No explotadoras de recursos materiales
- Compatibles con las culturas locales
- Funcionales en un sentido no centralista
- No extrañas

Si se define el nivel de tecnología en términos de equipamiento por lugar de trabajo, y llamar a la tecnología indígena de un país típicamente subdesarrollado a la que tiene tecnología de \$1 (en forma simbólica), mientras que una nación industrializada tiene una tecnología de \$1000; luego una tecnología de \$100. El logro de una tecnología intermedia aún se apoya en conocimiento científico, pero se esfuerza en alcanzar un buen estándar de vida basado en un consumo de energía razonable y una tecnología moderada adecuada a la cultura y estilo de vida de los habitantes.

Un compromiso para uso eficiente d energía y un rápido desarrollo de las fuentes de energía renovables aparejada en escala y calidad de la energía para las necesidades de uso final puede resultar en una tasa reducida de crecimiento de energía sin daño a la economía de la nación o del mundo como se mide por el PIB o por el empleo. Se puede llegar a una tasa de crecimiento a cero consumo de energía, por medio de:

- Una mezcla de calentamiento y enfriamiento por energía solar
- Conversión de la agricultura
- Conversión de desechos forestales y urbanos
- Sistemas de energía total
- Procesos industriales eficientes

Puede anticiparse que en el futuro la calidad de vida puede ya no apoyarse en el consumo de energía y en tecnología cara de alto nivel. Se puede lograr una economía balanceada, descentralizada y ambientalmente sana sin el prodigioso uso futuro de energía, sin embargo, llevará varias décadas para que el mundo trabaje a un nuevo contrato social para lograr esta nueva economía balanceada

CONSERVACION DE GAS NATURAL

Mientras se exploran y explotan nuevas fuentes de gas natural, es igualmente importante aplicar medidas de conservación del gas natural; hay varias etapas para conservar el gas natural.

Una medida de conservación puede ser el desalentar el uso de gas natural para generar electricidad para transmitirla a hogares y establecimientos comerciales para producción de calor. En efecto, si se considera la eficiencia de la producción de calor vía el gas o la electricidad como se muestra en la Fig.; la eficiencia total de calentamiento eléctrico η_{elec} es.

$$\eta_{elec} = \eta_d \eta_e \eta_n, \text{ en donde}$$

$$\eta_d = 0.90 \text{ (eficiencia de distribución)}$$

$$\eta_e = 0.35 \text{ (eficiencia de generación)}$$

$$\eta_n = 0.98 \text{ (eficiencia del calentador)}$$

$$\eta_{total} = 0.31$$

La eficiencia del calentamiento con gas es;

$$\eta_{gas} = \eta_p \eta_f, \text{ en donde}$$

$$\eta_p = 0.95 \text{ (eficiencia de la distribución de tubería)}$$

$$\eta_f = 0.75 \text{ (eficiencia del horno)}$$

$$\eta_{gas} = 0.71$$

Esta eficiencia es mas del doble que la eficiencia por calentamiento eléctrico, por tanto, en donde es posible el gas debe usarse para calentamiento de edificios y cocinado de alimentos en hogares y restaurantes.

El uso continuo de energía para conservar un suministro de agua caliente disponible en las residencias cuenta por el 15% del consumo de energía residencial y 1% de energía para todos los usos en México, por lo que seria una política inteligente promover el uso de calentadores de agua más eficientes con pérdidas térmicas reducidas.

Los calentadores de agua y de espacio que operan con gas natural, normalmente usan continuamente un piloto prendido para encender la flama de gas cuando el termostato comanda la apertura de la válvula de entrada de gas.

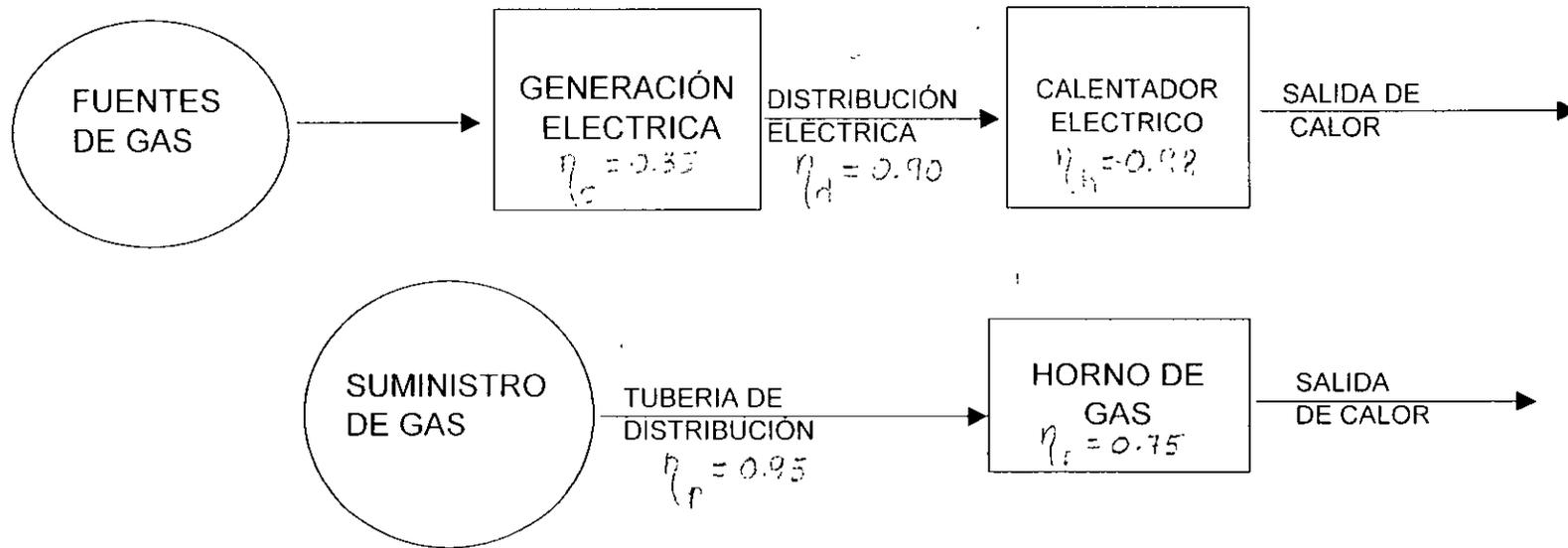


FIG. COMPARACIÓN DEL USO DE GAS PARA CALENTAMIENTO EN

- (a) PARA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD Y SU USO COMO CALENTAMIENTO ELECTRICO
- (b) COMO USO DIRECTO EN UN HORNO DE GAS.

TRANSMISIÓN DEL GAS NATURAL

La transportación de gas por tuberías es un medio relativamente barato de transmitir energía. El gas natural puede ser transportado vía tubería a un costo de 0.15 de dólar/ 10^6 Kcal. sobre una distancia de 100 Km

Por contraste, cuesta \$1.05 dólares/ 10^6 Kcal. para transmitir electricidad sobre la misma distancia de 100 Km.

Una tubería típica de gas es de 122 CM (48") por donde el gas es bombeado a lo largo de la línea usando compresores espaciados a unos 150 Km. de intervalos. Las tuberías operan a una presión de 42 Kg/cm² (600 psi) y tienen una capacidad con 10,000 MW de potencia, que es varias veces la capacidad de una línea de transmisión eléctrica.

Un beneficio estético del sistema de tuberías de gas es el hecho de que toda la red de trabajos esta bajo tierra o una profundidad de 60 cm (24") sin importar el terreno, lo cual permite que la tierra se use de la misma forma que se acostumbra antes de la introducción de la tubería.

Debido a que las tuberías de gas son una inversión costosa, el tamaño de los cargos fijos son una exigencia del servicio y tiene que usarse a un alto régimen de capacidad para conservar la unidad de costos de transportación bajo. Mantener el alto factor de carga mientras se satisfacen demandas variables estacionales obliga a investigar facilidades de almacenamiento baja tierra como cavernas o pozos abandonados de gas cerca de las áreas de los usuarios.

LA ORGANIZACIÓN PARA LA REGULACIÓN DE LA ENERGÍA

La estructura del sector de energía nacional responde a lo dispuesto por los artículos 25, 27 y 28 de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. El mandato constitucional establece:

En primer lugar, que corresponde exclusivamente a la nación el dominio directo del petróleo y de todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseoso.

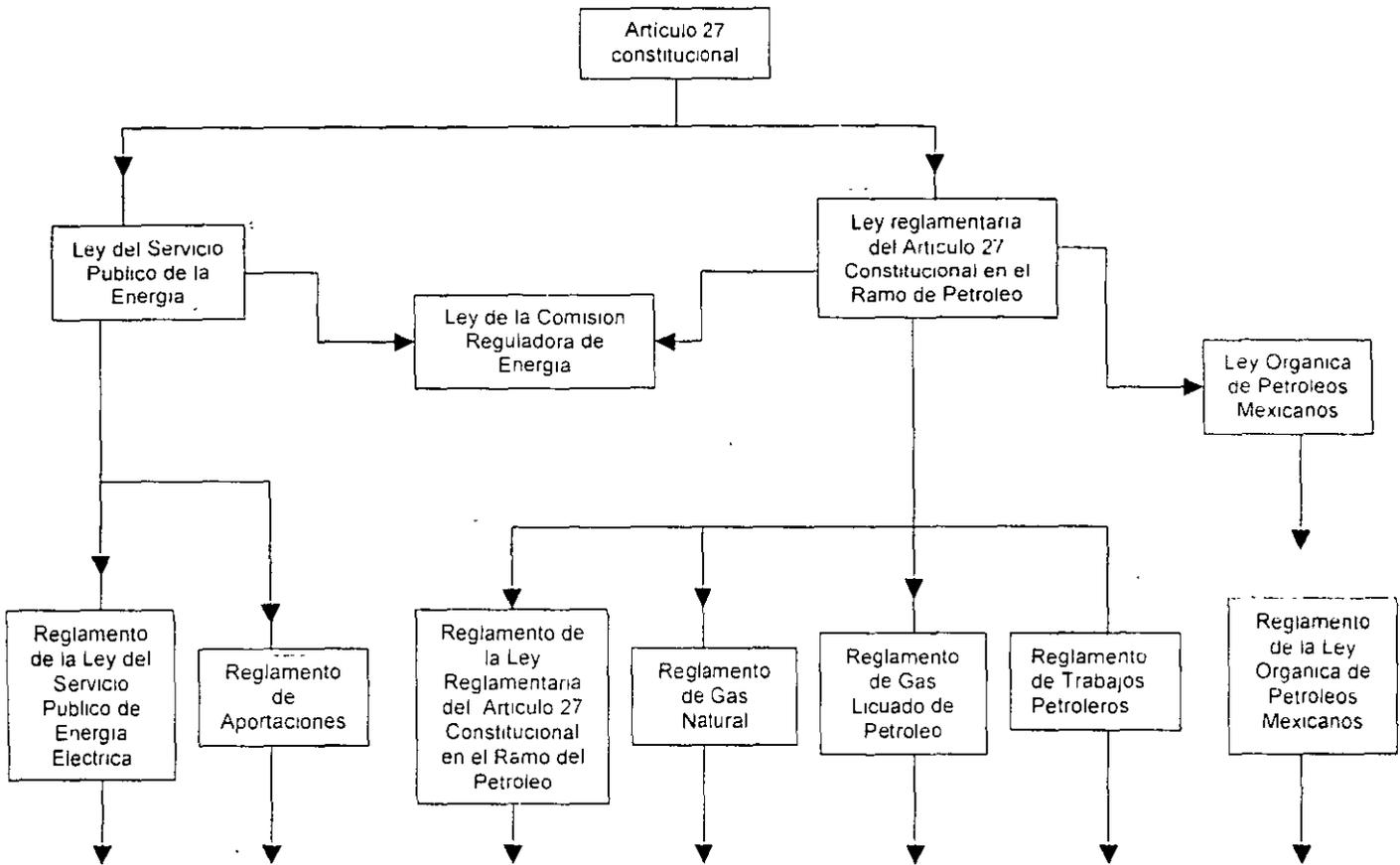
En segundo lugar, la nación dispone de la facultad exclusiva para generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público, así como el aprovechamiento de los combustibles nucleares para generación de energía nuclear y la regulación de sus aplicaciones para otros propósitos.

En tercer lugar, el texto constitucional marca una diferencia entre las áreas estratégicas, aquellas funciones exclusivas del Estado, que no constituye monopolio, y las actividades de carácter prioritario para el desarrollo, actividades donde el Estado puede participar por sí mismo o en conjunto con los sectores privado y social, manteniendo la rectoría y otorgando concesiones o permisos.

Los ejemplos de las primeras áreas en el sector de energía son el petróleo y los demás hidrocarburos, la petroquímica básica, los minerales radioactivos, la electricidad y la generación de energía nuclear. Finalmente, la Constitución dicta que el Estado contará con los organismos y empresas que requiera para el eficaz manejo tanto de las áreas estratégicas, como de las actividades de carácter prioritario.

A partir de lo dispuesto en el Artículo 27 constitucional, y en atención a lo establecido en los artículos 25 y 28, se derivan las leyes secundarias, reglamentos, directivas y normas oficiales que regulan la actividad dentro del sector de energía de México. Como se observa en la Figura 1.1

Marco jurídico del sector eléctrico y de hidrocarburos



Directivas, normas oficiales y otras disposiciones administrativas

A PAPEL DEL SECTOR PÚBLICO

1) Secretaría de Energía (se)

En atención al texto constitucional, la *Ley Orgánica de las Administración Pública Federal* deposita en la Secretaría de Energía, entre otras funciones, la conducción de la política energética del país u el ejercicio de los derechos de la nación en materia de petróleo y sus derivados, energía nuclear, así como de los bienes que se requieren para generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación del servicio público. En su labor, la SE promueve la participación de los particulares en los términos de las disposiciones legales aplicables y; en su carácter de coordinadora del sector energético, conduce la actividad de las entradas paraestatales, en las que preside sus consejos de administración y establece, junto las entidades y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), la propuesta de presupuesto que se presenta al Congreso de la Unión. Asimismo,

participa en la definición de tarifas y precios de combustibles que es finalmente determinada por la SHCP. En el cumplimiento de su responsabilidad, la SE coordina a través de los órganos de gobierno respectivos el esfuerzo de organismos descentrados y empresas paraestatales cuya labor a continuación se describe y se ilustra en la Fig.

a) Importancia institucional de la Secretaría de Energía

La política energética de México está encaminada a construir un sector cada vez más dinámico y fuerte, que impulse el crecimiento económico sostenido del país y permita a las empresas mexicanas operar con éxito en economía cada vez mas competitiva y globalizada.

En el contexto, nuestro país debe contar con organismos eficientes, rentables y competitivos, con un conjunto de reglas claras que aseguren que el desarrollo del sector sea coincidente con las necesidades de la nación y con una dependencia coordinadora que vigile que la conducta de las empresas del sector sea coincidente con estos intereses.

El papel que desempeña la Secretaría de Energía, como coordinadora sectorial permite:

i. Asegurar la coherencia de la política energética nacional

Los organismos del sector, en particular Pemex Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro, tienen intereses y objetivos propios que deben ser conciliados dentro de una política de energía coherente. Para ejemplificar lo anterior, basta recordar que debido a que la energía eléctrica del país se genera principalmente mediante hidrocarburos, la política que se siga en cada uno de los subsectores está necesariamente vinculada

ii. Planificar de manera metódica el desarrollo del sector

La secretaria de Energía debe garantizar que la información que se produzca y procese por las empresas del sector sea compatible y uniforme, utilizando los mismos métodos y supuestos, de tal forma que pueda ser de utilidad para la planeación de todo el sector

iii. Optimizar el uso de las reservas energéticas de la nación a largo plazo

La secretaria de Energía tiene la misión de proteger y asegurar que los intereses de la nación sobre sus recursos naturales prevalezcan.

iv. Aplicar un marco regulatorio transparente y predicible que facilite condiciones de competencia y rentabilidad en el sector, así como límites claros a la actuación de las autoridades.

El marco jurídico y regulatorio que requiere el sector debe satisfacer las siguientes condiciones:

- Garantizar la rectoría del Estado en el sector, la cual se debe traducir en una planeación integral y coordinación eficiente entre los distintos participantes, públicos y privados.
- Brindar seguridad jurídica a las inversiones del sector privado a través de una clara definición de sus derechos de propiedad y la garantía de la aplicación de las mismas reglas para todos los participantes.
- Promover la participación del sector privado en las áreas donde sea posible desde un punto de vista legal y deseable en términos de mayor eficiencia económica y liberación de recursos públicos.

La secretaria de Energía, en su papel de coordinadora sectorial, es la institución que puede aplicar un marco regulatorio como el desarrollo y garantizar una interrelación adecuada de las autoridades con las entidades y el sector privado.

Por todo lo anterior, la Secretaría de energía debe contar con los recursos humanos y materiales que le permitan cumplir cabalmente con los objetivos y las atribuciones que le confiere la ley. Consecuentemente, se le debe fortalecer para hacer frente a los retos que un sector de energía moderno y la dimensión de las empresas paraestatales que coordina demanda. También debe dotársele de los instrumentos necesarios para poder guiar el cambio estructural que el sector requiere.

2) Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo (SECODAM)

La SHCP y la Secodam participan en tres niveles dentro del sector, además de participar en los órganos de gobierno y en los comités técnicos de las empresas paraestatales.

- En primer lugar, junto con la SE coordinan la formulación del presupuesto y los programas de las entidades del sector
- En segundo término, supervisan la ejecución de proyectos y actividades autorizadas por el Congreso de la Unión
- Finalmente, evalúan resultados administrativos a través de informes y de la cuenta pública.

La SHCP tiene además las siguientes facultades:

- a) Emitir lineamientos generales de operación de las entidades paraestatales y supervisar su observancia
- b) Elaborar la política de endeudamiento del sector y autorizar la suscripción de créditos externos
- c) Autorizar las operaciones en que se haga uso del crédito público
- d) Establecer y revisar los precios y tarifas de los bienes y servicios de las entidades
- e) Viajar el cumplimiento de las obligaciones en materia de planeación nacional, así como de programación presupuestación, contabilidad u evaluación y
- f) Establecer el régimen fiscal de las paraestatales.

3) Comisión Reguladora de Energía (CRE)

La ley de la Comisión Reguladora de Energía, expedida en 1995, transformó a la CRE de un órgano puramente consultivo en materia de la electricidad (como lo estableció su decreto de creación de 1993) a un órgano desconcentrado, dotado con autonomía técnica y operativa, encargado de la regulación de las industrias eléctrica, de gas natural y las actividades de gas LP llevadas a cabo por ducto. Asimismo, dicho ordenamiento amplió las facultades de la Comisión y concentró en ella atribuciones que antes se encontraban dispersas en otras dependencias. Entre las más importantes se encuentran

- El otorgamiento de permisos para productores independientes de energía.
- La aprobación de convenios o modelos de contratos de adhesión en materia de regulación.
- La aprobación de la metodología para determinar las contraprestaciones por la compra de excedentes de energía a cogeneradores y auto abastecedores y
- La inspección y vigilancia de las disposiciones en materia de regulación

4) comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (Conaseusa)

La conasenusa es un órgano desconcentrado de la SE responsable de asesorar y vigilar el cumplimiento de las normas en materia nuclear, radiológica, física, de salvaguardias y administrativas en las instalaciones en las que se realice actividades con tecnología altamente especializada, que involucren el uso de materias y combustibles nucleares y radioactivos. Asimismo, vigila el confinamiento de materias radioactivos. Para cumplir con sus objetivos, la Conasenusa realiza actividades de inspección, auditoría,

verificación y reconocimiento y lleva el seguimiento de las deficiencias que detecta, con la facultad de dictar sanciones administrativas

5) Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae)

La Conae fue creada por Acuerdo presidencial en 1989, y mediante Decreto presidencial, el 20 de septiembre de 1999 se constituyó como órgano desconcentrado de la SE Funge como órgano técnico de consulta de las dependencias y entidades de la administración pública federal y, cuando así lo soliciten, de los gobiernos de las entidades federativas, de los municipios y los particulares, en materia de ahorro y uso eficiente de energía. También participa en el aprovechamiento de energías renovadas.

6) Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)

El IMP es un organismo descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio. Su objeto es la investigación, el desarrollo tecnológico y la prestación de servicios técnicos, así como el desarrollo de los recursos humanos al servicio de las industrias petrolera, petroquímica y química

7) Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)

El IIE fue creado como un organismo público descentralizado de carácter científico y tecnológico, con personalidad jurídica y patrimonio propio. Tiene como objeto promover y apoyar la innovación tecnológica en el sector eléctrico, así como de sus proveedores y usuarios, mediante la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y servicios técnicos especializados.

8) Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ)

El ININ

Es un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio. Su objeto es la investigación y desarrollo de las ciencias y tecnologías nucleares. Promueve los usos pacíficos de la energía nuclear y difunde los avances alcanzados para vincularlos al desarrollo económico, social, científico y tecnológico del país

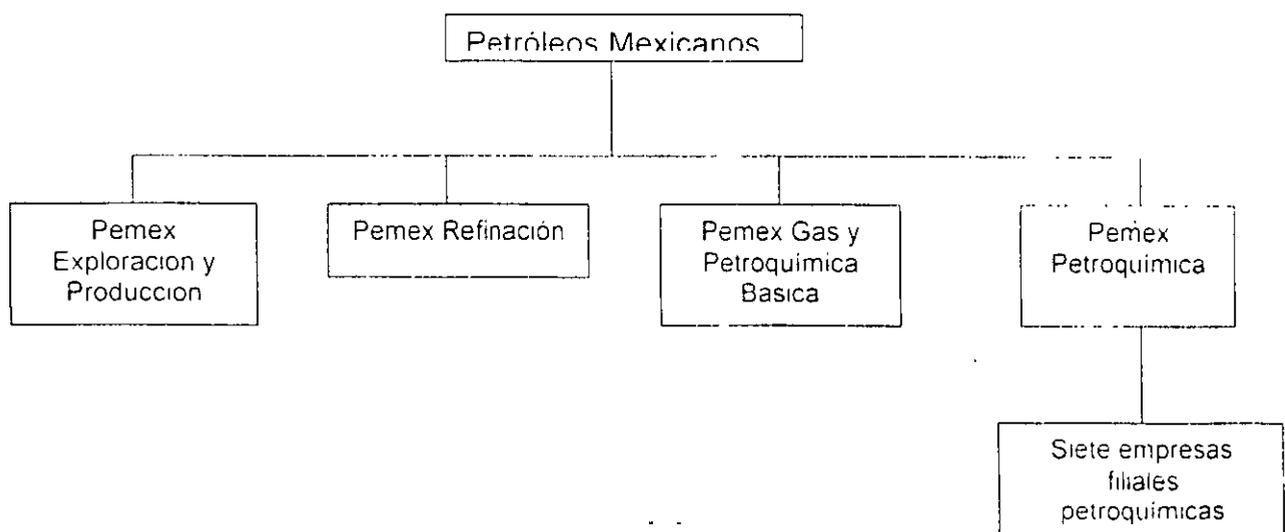
B. EL SECTOR PARAESTATAL ENERGÉTICO

1) Petróleos Mexicanos (Pemex)

Pemex es una empresa pública, con la personalidad jurídica y patrimonio propio, que tiene por objeto ejercer la conducción central y la dirección estratégica de todas las actividades que abarca la industria petrolera en los términos de la *Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo*. En julio de 1992 entró en vigor la *Ley orgánica de Petróleos Mexicanos* y organismos Subsidiarios, a partir de la cual se constituyeron los cuatro organismos descentralizados de carácter técnico, industrial y comercial coordinados por un corporativo, que se describe a continuación:

- Pemex Exploración y Producción es el organismo encargado de la exploración y explotación de los yacimiento de petróleo y gas natural, así como de su transporte, almacenamiento en terminales y comercialización.
- Pemex Refinación lleva a cabo los procesos industriales de la refinación, elabora productos petrolíferos y derivados del petróleo que sean susceptibles y servir como materias primas industriales básicas, asimismo, almacena, transporta, distribuye y comercializa los productos derivados mencionados.
- Pemex Gas y Petroquímica Básica realiza el procesamiento del gas natural y sus líquidos, así como el transporte, comercialización y almacenamiento de los productos obtenidos. Por medio del endulzamiento, recuperación de licuables y fraccionamiento, se obtiene gas natural seco, etano, propano, butano, gasolinas naturales y azufre
- Pemex Petroquímica realiza procesos industriales petroquímicos cuyos productos no forman parte de la industria petroquímica básica, así como almacenamiento, distribución y comercialización.

Organización de Petróleos Mexicanos



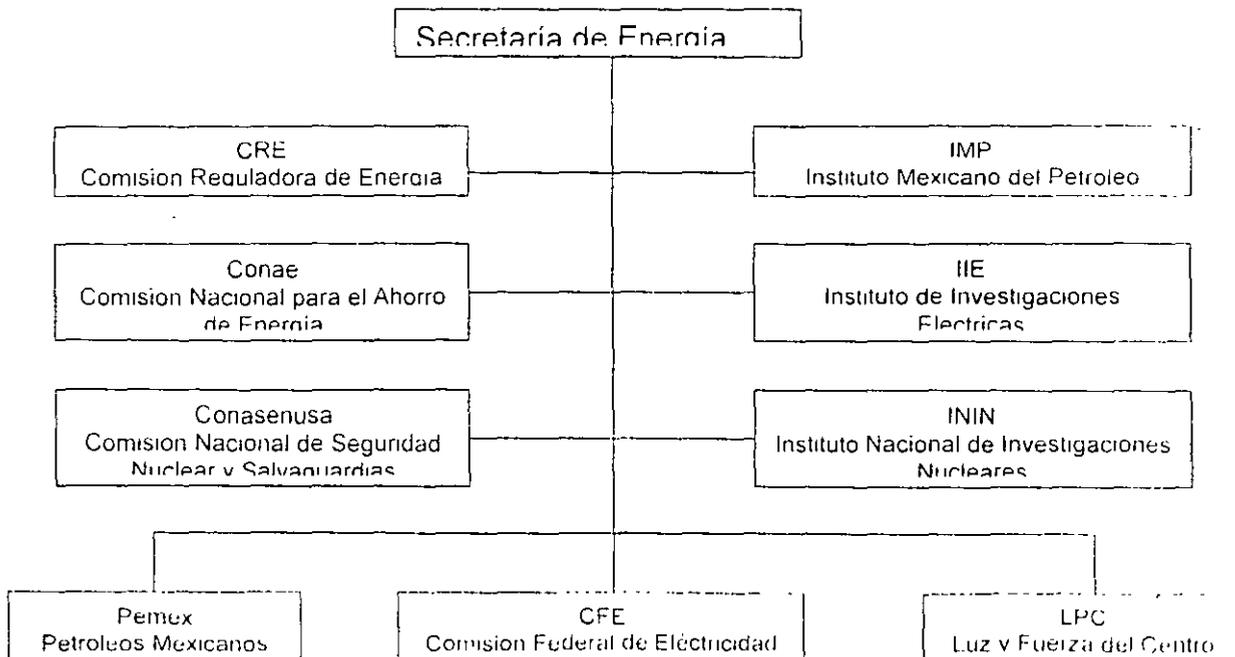
2) Comisión Federal de Electricidad (CFE)

La CFE es una empresa pública, con personalidad jurídica y patrimonio propio, creada el 20 de enero de 1934. Su objeto es organizar y dirigir el sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basando su operación en principios técnicos y económicos, sin propósito de lucro. CFE genera 98% de electricidad nacional, además de transmitir 91%. Al interior de CFE existe un organismo denominado Centro Nacional de Control de Energía (Cenace), que tiene a su cargo el despacho de la energía eléctrica. Esta función consiste en controlar y dirigir los flujos de energía eléctrica entre las centrales de generación y los centros de consumo.

3) Luz y fuerza del Centro (LFC)

LFC se creó el 9 de febrero de 1994 por Decreto presidencial. Su objeto es la prestación del servicio público de energía eléctrica, principalmente en materia de distribución, en la región central del país, que abarca el distrito Federal y parte de los estados de México, Morelos, Puebla e Hidalgo. Para cumplir este fin cuenta con personalidad jurídica y patrimonio propio. Es principalmente una empresa distribuidora de energía.

Organismos del sector de energía nacional



- Organismo desconcentrado
- Organismo descentralizado

C. PAPEL DEL SECTOR PRIVADO

1) Transporte, almacenamiento y distribución de gas natural

La reforma de 1995 a la *Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo* abrió la posibilidad de que el sector privado construya, opere y mantenga en propiedad sistemas de transporte, distribución y almacenamiento de gas natural, actividades previamente reservadas a Petróleos Mexicanos Asimismo, permitió que el sector privado realizara actividades de importación, exportación y comercialización del combustible.