

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS  
SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA



TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY.

PROPUESTA DE AHORRO EN LA FACTURACION DE  
UNA CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO, UTILIZANDO  
AUTOABASTECIMIENTO CON TECNOLOGIA DIESEL.

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:

MAESTRIA EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD EN INGENIERIA ENERGETICA

POR

DANTE ARISTOTELES GARCIA CONEJO

MONTERREY, NUEVO LEON

JULIO DE 2004

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS**

**SUPERIORES DE MONTERREY**

**CAMPUS MONTERREY**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA**



**TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY.**

**PROPUESTA DE AHORRO EN LA FACTUARCIÓN DE  
UNA CARGA DE ALUMBRADO PÚBLICO, UTILIZANDO  
AUTOABASTECIMIENTO CON TECNOLOGIA DIESEL.**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL GRADO DE ACADÉMICO DE:**

**MAESTRIA EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD EN INGENIERIA ENERGÉTICA**

**POR:**

**DANTE ARISTÓTELES GARCÍA CONEJO**

**MONTERREY N.L.**

**JULIO 04**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS**

**SUPERIORES DE MONTERREY**

**CAMPUS MONTERREY**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA**



**TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY®**

**PROPUESTA DE AHORRO EN LA FACTUARCIÓN DE  
UNA CARGA DE ALUMBRADO PÚBLICO, UTILIZANDO  
AUTOABASTECIMIENTO CON TECNOLOGIA DIESEL.**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL GRADO DE ACADÉMICO DE:**

**MAESTRIA EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD EN INGENIERIA ENERGÉTICA**

**POR:**

**DANTE ARISTÓTELES GARCÍA CONEJO**

**MONTERREY N.L.**

**JULIO 04**

# DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a:

**Mis padres;**

**Celia Conejo Navarro**  
**y**  
**Pablo García Flores**

*Con el corazón en la mano:*

Gracias a los dos, primero por darme la vida y luego por brindarme todo ese apoyo incondicional para lograr todo lo que hasta ahora soy.

Gracias por las fuerzas que ustedes siempre me inyectan y las palabras correctas de aliento en el momento preciso.

Por un logro más..... Muchas gracias Padres.

# ***Agradecimientos***

## **A Dios Nuestro Señor**

Sobre todas las cosas; por darme ojos para ver siempre un nuevo día y fe para creer y enfrentar los retos de la vida.

## **A mi Madre**

Por la alegría, tenacidad y el coraje que siempre te caracteriza para llenarme de sabias palabras y hacerme siempre continuar hacia adelante.

## **A mi Padre**

Por enseñarme que los imposibles no existen y darme las armas necesarias para llegar a saber que es cierto.

## **A Laura E. Toledo Lozada**

Mi pequeña morenita, te adoro. Por compartir tus sonrisas, tu cariño, tu amistad y tu pasión que siempre me apoyaron para continuar y concretar este sueño.

## **A mi asesor Dr. Salvador Acevedo**

Por su apoyo y la confianza depositada en mí para lograr este proyecto de tesis.

## **Al Ing. Juan José Guerrero**

Por compartir sus conocimientos que dieran lugar al éxito de este trabajo de tesis.

## **Al Ing. Jesús Baez Moreno**

Por su apoyo durante la elaboración durante este proyecto de tesis.

## **A todos mis amigos**

Lic. Alejandra Vega García, Lic. Fabiola Rodríguez Valdez, M.C. María de Lourdes Abdala Castillo, M.C. Nadhiely Martínez Bello, Lic. Carlos Cárdenas Figueroa, Lic. Abel Alejandri Villasuzo, M.C. Joel Díaz Ramos, M.C. Ricardo Reyes Reyes, Ing. Rafael Pérez Lázaro, M.C. Jorge Armando Valle Domínguez y M.C. Bernard Manríquez Castro; a todos ellos, por su gran amistad.

## **Y muy especialmente a mis abuelos**

***Simplicia Flores Lona<sup>†</sup>***

***Severiano Conejo Vázquez<sup>†</sup>***

*Que en paz descansen.*

Por todos sus consejos y cuidados que me han forjado como la persona que soy

# Índice General

<b>Lista de figuras</b>	<b>iv</b>
<b>Lista de tablas</b>	<b>v</b>
<b>Capítulo 1 Resumen</b>	<b>vi</b>
1.1 Resumen	vi
1.2 Motivación	vi
1.3 Metodología	vi
1.4 Objetivos	vii
<b>Capítulo 2 Introducción</b>	<b>1</b>
2.1 Introducción	1
2.2 Antecedentes	2
<b>Capítulo 3 Descripción del sistema energético mexicano</b>	<b>4</b>
3.1 Marco legal e industrial	4
3.2 Sector de energía	5
3.3 Sector paraestatal energético	7
3.4 Sector privado	9
3.5 Propuesta de modernización en el sector eléctrico	10
3.6 Fuentes de energía	13
3.7 Centrales eléctricas	16
3.8 Capacidad de generación del sistema eléctrico nacional	18
3.9 Canasta de combustibles	19
3.10 Tarifas CFE	22
<b>Capítulo 4 Recuperación de la inversión</b>	<b>24</b>
4.1 Ingeniería económica	24
4.1.1 ¿Por qué es importante la ingeniería económica?	24
4.1.2 ¿Cuáles son los principios de la ingeniería económica?	25
4.1.3 Terminología, símbolos y su significado	26
4.2 Interés y rendimiento	27
4.3 Interés simple y compuesto	28
4.4 Tasa mínima atractiva de retorno	28
4.5 Factores de pago único (F/P y P/F)	29
4.5.1 Factor de valor presente y factor de recuperación de capital (P/A y A/P)	30
4.5.2 Factor de fondo de amortización y factor de cantidad compuesta. Factores A/F y F/A.	31
4.6 Precio de la capacidad de generación “The Overnight Cost”	33
4.6.1 Energía generada	33
4.6.2 Costo medio de la energía (CME)	33

<b>Capítulo 5</b>	<b>34</b>
5.1 Proyecto de Autoabastecimiento	34
5.1.1 Definición del proyecto	35
5.1.2 Objetivo del proyecto	35
5.2 Servicio para alumbrado público	35
5.3 Desarrollo del proyecto	37
5.3.1 Obtención de kW's necesarios para satisfacer la carga	37
5.3.2 Selección de la planta de generación diesel	38
5.3.3 Características de la planta eléctrica seleccionada	38
5.3.4 Ingeniería económica del proyecto	38
5.3.4.1 Energía generada	41
5.3.4.2 CF y CV por concepto de combustible e inversión inicial	42
5.3.4.3 CF y CV por concepto de operación y mantenimiento	43
5.3.5 Costo de la energía generada final (CME) por la planta diesel	45
5.3.6 Ahorro logrado con la planta generadora diesel	46
5.3.7 Flujo de efectivo	49
5.3.8 Ahorros proyectados	55
 <b>Capítulo 6 Conclusiones y discusiones</b>	 <b>60</b>
6.1 Conclusiones y discusiones	60
6.2 Futuras investigaciones	63

**Bibliografia**

**xxxiii**

**ANEXO A**

**ix**

**ANEXO B**

**xi**

**ANEXO C**

**xviii**

**ANEXO D**

**xxi**

**ANEXO E**

**xxiv**

**ANEXO F**

**xxvi**

**ANEXO G**

**xxix**

**ANEXO H**

**xxxii**



## Índice de Figuras

Figura 3.1 Organización del Sector Energético Nacional	8
Figura 3.2 Consumo del Sector Energético Nacional	17
Figura 3.3 Consumo final total de energía	18
Figura 3.4 Costos unitarios de tarifa HS NE en dólares de Diciembre de 2003	23
Figura 3.5 Costo unitario mezclado en pesos nominales tarifa HS NE con un factor de carga 0.6	23
Figura 4.1 Diagrama de flujo de efectivo para determinar P o F	30
Figura 4.2 Diagrama de flujo de efectivo para determinar P o A	31
Figura 4.3 Diagrama de flujo de efectivo para determinar A o F	32
Figura 5.1 Fotografía de la planta diesel	38

## Índice de Gráficas

Gráfica 5.1 Costo de inversión inicial	40
Gráfica 5.2 Facturación CFE vs Autoabastecimiento (20 horas continuas)	54
Gráfica 5.3 Ahorros anuales a diferente factor carga-planta	56
Gráfica 5.4 Ahorros anuales a diferente precio del combustible	57
Gráfica 5.5 Tendencia de tarifa 5 vs costo diesel (no incluye IVA e IEPS)	58

## Índice de Tablas

Tabla 3.1 Propuesta de modificación del artículo 27	12
Tabla 3.2 Propuesta de modificación del artículo 28	13
Tabla 3.3 Capacidad Instalada a Diciembre del 2003	18
Tabla 3.4 Evolución de los precios de los combustibles	20
Tabla 3.5 Factores de conversión	21
Tabla 3.6 Equivalencias energéticas	21
Tabla 3.7 Evolución de los precios de combustibles (otras unidades)	22
Tabla 5.1 Cargo por la energía consumida en los servicios suministrados en media y baja tensión para los años 2004 y 2005.	35
Tabla 5.2 Características de la planta diesel	38
Tabla 5.3 Tabla de ingeniería económica	39
Tabla 5.4 Inversión inicial	39
Tabla 5.5 Energía generada con la planta diesel	40
Tabla 5.6 Costos fijos por concepto de la inversión inicial a 2, 3, 4 años	41
Tabla 5.7 Costo variable por concepto del combustible	43
Tabla 5.8 Costos fijos y variables por concepto de operación y mantenimiento	43
Tabla 5.9 Costos fijos por concepto de operación y mantenimiento (US\$/kWh)	44
Tabla 5.10 CME final generada por la planta diesel	45
Tabla 5.11 Ahorro total a 2 años [\$/kWh]	46
Tabla 5.12 Ahorro total a 3 años [\$/kWh]	47
Tabla 5.13 Ahorro total a 4 años [\$/kWh]	48
Tabla 5.14 Facturación anual y mensual para los años 2004-2013 (CFE)	49
Tabla 5.15 Costos de Autogeneración	50
Tabla 5.16 Impuestos por litro de diesel	50
Tabla 5.17 Pronóstico del costo por litro de diesel 2005-2013	50
Tabla 5.18 Facturación al cliente para el año 2004	51
Tabla 5.19 Facturación mensual promedio para los años 2004-2013 de CFE dividida en dos bloques, 4 hrs obligatorias y las 20 hrs restantes	52
Tabla 5.20 Facturación mensual promedio para los años 2004-2013 con autoabastecimiento (20 horas al día)	53
Tabla 5.21 Ahorros logrados con autoabastecimiento	55
Tabla 5.22 Ejemplo de venta de proyecto	59

# CAPITULO 1

## 1.1 Resumen

Este presente trabajo de tesis pretende presentar un proyecto real, objetivo y actual de lo que la reforma a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPE) permite en cuanto a la participación de generación de energía eléctrica en el sector privado, en una de sus 6 modalidades; particularmente en la modalidad de autoabastecimiento. Esta modalidad esta permitida únicamente si su aplicación esta destinada a la satisfacción de las necesidades propias de personas físicas o morales que la producen. De la misma forma, este proyecto presenta un escenario donde se pretende principalmente una comparación de la facturación entre la empresa que actualmente suministra a la carga en cuestión y el autoabastecimiento mediante una planta de generación diesel.

Esta comparación en la facturación se presenta tomando en cuenta los consumos reales de la carga de acuerdo a la empresa que actualmente le suministra la energía, mismos que permiten calcular los KW's totales necesarios para satisfacer la demanda requerida y con base en ello, escoger la planta generadora diesel con la capacidad adecuada para la carga.

## 1.2 Motivación

La carga de iluminación que se analiza en este trabajo de tesis es relativamente delicada y muy importante; lo que se quiere decir con delicada, es que el suministro de la energía eléctrica es crucial y hasta necesariamente ininterrumpible.

Debido a la importancia de la carga, al suministro de electricidad para la misma y a los costos que se incluyen en este suministro (facturación actual), se torna muy interesante el análisis de un estudio de autoabastecimiento para lograr un ahorro en la facturación. Existe aún una mayor oportunidad para el ahorro en esta carga, ya que las tarifas con las que actualmente se factura cada kWh, son muy elevadas.

Se tiene una gran certeza que para esta carga en la modalidad de autoabastecimiento, se puede llegar a lograr un ahorro significativo.

## 1.3 Metodología

En este trabajo de tesis, particularmente refiriéndose al proyecto de autoabastecimiento, se utiliza el concepto del costo medio de la energía (CME). El CME lleva implícitos los conceptos como:

- ✦ Inversión inicial.
- ✦ Costos fijos y variables por concepto de capacidad instalada.
- ✦ Costos fijos y variables por concepto de combustible.
- ✦ Costos fijos y variables por concepto de operación y mantenimiento.

## **1.4 Objetivos**

Asimismo esta tesis persigue los siguientes objetivos generales:

- A. Describir el Sistema Eléctrico Nacional en su marco legal, sus sectores energéticos, organización y propuestas de modernización del año en curso (2004).
  
- B. Evaluar la factibilidad de utilizar un generador diesel en el esquema de autoabastecimiento para lograr un ahorro en la facturación de una carga de alumbrado público.

Para facilitar el entendimiento y el manejo de la información contenida en este trabajo de tesis, se ha decidido organizarlo en seis capítulos; los cuales se describen a continuación de una manera breve.

### **Capítulo 1**

El primer capítulo no es más que un resumen de lo que trata el presente trabajo de tesis. Menciona y describe los objetivos principales, además de una breve descripción de todos los capítulos contenidos.

### **Capítulo 2**

El segundo capítulo se enfoca principalmente a un escrito introductorio en el ámbito de la generación de energía eléctrica a nivel mundial. Este capítulo presenta brevemente como ha ido creciendo la necesidad de ampliar y modernizar varios campos en el sector eléctrico, además de algunos datos numéricos provenientes de las dos principales empresas suministradoras de electricidad en México, que son la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Luz y Fuerza del Centro (LFC).

### **Capítulo 3**

En este capítulo se profundiza en el análisis del Sector Energético Nacional. Se describe con más detalle el marco legal e industrial, el sector de energía actual, el sector paraestatal, así como el sector privado, el cual toma importancia para este trabajo de tesis. También se describe los cambios que se proponen para la modernización del Sector Eléctrico Nacional, específicamente las reformas al texto constitucional. Por último se presenta una evolución de los precios de los combustibles hasta la fecha. Estos precios de los combustibles, especialmente el de diesel se vuelve importante durante el desarrollo del presente trabajo.

### **Capítulo 4**

Este es uno de los capítulos claves de este trabajo de tesis, ya que habla brevemente de lo que significa, y la importancia que representa la ingeniería económica en cuanto a la

recuperación de inversión de un proyecto determinado; en este caso, para el proyecto de autoabastecimiento tratado en esta tesis. Resalta los conceptos más importantes de la ingeniería económica, tales como: tasa interés, tasa de rendimiento, valor futuro, valor presente, interés simple y compuesto. Por último, define el costo medio de la energía, que también es un concepto crucial para la evaluación del costo final de cada kWh.

## **Capítulo 5**

Teniendo como base el capítulo anterior, el capítulo cinco se vuelve el alma de esta tesis. En este capítulo se describe el proyecto de autoabastecimiento utilizando tecnología diesel. Primeramente se presentan las características de la planta que fue la opción adecuada para llevar a cabo el ahorro en la facturación de consumo de energía eléctrica, y con base en ello, investigar si la aplicación resultaría factible técnica y económicamente de acuerdo a las características de la carga.

Primeramente se presentan los costos iniciales para la operación total de la planta, es decir, la inversión total inicial. En segundo, y de acuerdo al comportamiento de la planta en operación, se presenta un diagrama de flujo de efectivo, el cual tiene su importancia principalmente en la recuperación de la inversión inicial; pero también en el sistema de devolución o acreditación de los impuestos del combustible utilizado, así como los costos de operación y mantenimiento durante el tiempo de vida de la planta.

En tercer lugar, se presentan algunas tablas comparativas, donde se puede observar el ahorro real y cuantitativo que se puede obtener de la aplicación de autoabastecimiento para el ahorro en la facturación de la carga en cuestión. Cabe mencionar que la comparación se presenta entre la empresa actual suministradora (CFE) y la planta que se desea instalar. Además de algunas gráficas que muestran el comportamiento del precio del litro de diesel con respecto a la tarifa 5. Esta tarifa es con la cuenta CFE para la organización en los sectores de alumbrado público.

## **Capítulo 6**

Finalmente, en el capítulo sexto, se presenta una serie de discusiones y conclusiones derivadas del análisis técnico y económico, las cuales fueron útiles para llevar a cabo el proyecto de autoabastecimiento presentado en el capítulo cinco.

Asimismo, se presentan algunas contribuciones que pudieran preceder a este trabajo de tesis. Además se mencionan algunas desventajas y ventajas que son significativas para el proyecto, las cuales, lo pudieran hacer comportarse técnica y económicamente diferente.

# CAPITULO 2

## 2.1 Introducción

En la mayoría de los países en desarrollo en el sector de la electricidad consiste en una sola empresa nacional de electricidad que funciona como monopolio público. Esta estructura se basa en gran parte de la opinión de que la electricidad es un bien estratégico, de propiedad pública, y que la población tiene derecho a que se le suministre a precios bajos. Durante las últimas tres décadas, este sistema del monopolio público ha facilitado la ampliación del suministro de electricidad, captado economías de escala técnicas y permitido usar eficientemente los escasos recursos técnicos y administrativos durante los primeros años de aplicación. [1]

Actualmente, el sector eléctrico a nivel mundial ha enfrentado grandes e importantes cambios estructurales y paradigmáticos, cuyo objetivo principal ha sido permitir una creciente competencia en el sector y la libertad de elección de los consumidores en un afán de lograr mejor calidad y mejores precios del producto eléctrico. Un paso trascendental en esta visión de la industria eléctrica como un mercado, ha sido la separación de los segmentos de generación, transmisión, distribución y comercialización en negocios autónomos que se relacionan entre sí a través de contratos comerciales. Una condición esencial para el desarrollo del mercado eléctrico competitivo es el acceso libre y sin discriminación a las redes, tanto para generadores como para los consumidores, lo que es posible lograr con mecanismos adecuados de tarifación de los servicios de redes, que permitan una justa remuneración a los propietarios de las redes, incentiven la expansión y den señales claras de las decisiones de instalación, producción y consumo de generadores y consumidores.

Durante el periodo de 1980 al 2000 el Banco Mundial ha observado que en los países en desarrollo las tarifas reales medias de la electricidad bajaron de 5.2 centavos de dólar a 3.8 centavos de dólar por cada Kwh., sin embargo la calidad del servicio ha empeorado, las pérdidas técnicas y no técnicas así como el consumo de combustible continuaron siendo elevados y persistió el mal mantenimiento de las plantas generadoras de electricidad. El sistema inadecuado de medidores, facturación y cobranza se debe a que las operaciones no son suficientemente comerciales y que las normas no se aplican. Para contrarrestar a este fenómeno, el fortalecimiento de las instituciones, es decir, la capacitación del personal de las empresas de electricidad, así como su modernización; ha seguido avanzando, pero los conflictos entre la función del gobierno como propietario y su función como administrador de este servicio público han afectado desfavorablemente a ese sector. [1]

En estas circunstancias, ni los países en desarrollo ni el Banco Mundial pueden continuar con el sistema de que “todo siga como siempre” en lo que respecta a la administración del sector de la energía eléctrica. Si no se adoptan nuevos métodos para reestructurar y evaluar la administración del sector sobre las bases de principios comerciales, distanciando a las empresas de la interferencia excesiva del gobierno en sus actividades

de rutina y adoptando estrategias claras par difundir confianza a las empresas que ingresen al sector, es improbable que se puedan efectuar en el siglo XXI las inversiones que se necesitan en el sector de la energía eléctrica.

Varios países en desarrollo ya están cambiando su forma de administrar el sector de la electricidad. Entre los ejemplos se cuentan con Corea, Filipinas y Malasia en el Asia; Argentina, Chile y México en América Latina; Turquía y los países de Europa Oriental.

## **2.2 Antecedentes**

En 1937 México tenía 18.3 millones de habitantes. Tres empresas ofrecían el servicio de energía eléctrica con serias dificultades sólo a siete millones de habitantes, que representaban el 38% de la población. La oferta no satisfacía la demanda, las interrupciones en el servicio eran constantes y las tarifas muy elevadas, situaciones que no permitían el desarrollo económico del país. [1]

Ahora son solo dos compañías las que coordinan y supervisan los recursos de generación, transmisión y transformación necesarios para abastecer la energía eléctrica requerida en todo el país. Luz y Fuerza del Centro (LFC) es responsable de la zona central del país mientras que a Comisión Federal de Electricidad (CFE) le corresponde el resto del territorio mexicano.

Actualmente, la capacidad instalada en el país es de 43 726.74 MW, de los cuales 67.28% corresponde a generación termoeléctrica, 21.45% a hidroeléctrica, 5.95% a centrales carboeléctricas, 2.29% a geotérmica, 3.12% a núcleo eléctrica y 0.01% a eoloeléctrica. Otro rubro que es importante, se refiere a la red de transmisión, que en la actualidad se compone por 41, 241 kilómetros de líneas de 400, 230 y 161 KV; 311 subestaciones de potencia con una capacidad de 125 073 MVA y 43 617 Kilómetros de líneas de subtransmisión de 138 KV y tensiones menores.[3]

El sistema de distribución se ha venido desarrollando hasta la actualidad, en donde se cuenta con 1 474 subestaciones con 37 702 MVA de capacidad; 6 291 circuitos de distribución con una longitud de 348 058 Kilómetros; 887 868 transformadores de distribución con una capacidad de 28 936 MVA; 225 147 Kilómetros de líneas secundarias de baja tensión y 533 655 Kilómetros de acometidas. [3]

En México, la actualización en el sector eléctrico va de la mano con el crecimiento de la economía, la cual responde a las necesidades propias del país y a su inserción en el proceso de globalización, en un contexto de mercados independientes y de creciente competencia. Así, el gobierno mexicano esta consiente de que la economía mundial se encuentra inmersa es un proceso de globalización de los mercados financieros, por lo que para atraer capitales se requieren de esquemas legales, institucionales y de regulación adecuados para atraer a los inversionistas privados, así como promover la introducción de tecnologías de punta, así como nuevas formas de generación de energía eléctrica.

Como prueba de lo anterior, la Prospectiva del Sector Eléctrico 1997-2006 de la Secretaría de Energía, la cual señala que, como elemento estratégico de la recuperación de la economía mexicana; México promueve el desarrollo de la industria eléctrica para cumplir con los objetivos de generar y suministrar al menor costo posible la energía necesaria para satisfacer los requerimientos de una demanda creciente. Sin embargo, para cumplir con este objetivo, el país mexicano tiene ir superando sus limitaciones, ya que muchas empresas de electricidad ya no operan bajo un esquema integrado verticalmente, si no que han adoptado estructuras organizacionales que han permitido satisfacer las demandas de los clientes, que al final de cuentas, ellos son los que mandan en el avance de este sector.

Claramente la experiencia internacional ha mostrado una tendencia hacia una mayor participación del capital privado en la generación de energía. En México, la actual estructura legal respecto al sector eléctrico y los proyectos de apoyo para el autoabastecimiento se han contemplado de la siguiente manera:

- ❖ La participación de la inversión privada en autogeneración y cogeneración de electricidad.
- ❖ Que la electricidad que fluye de los generadores privados sólo puede venderse a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para su distribución entre los usuarios finales, lo que en la mayoría de las ocasiones dificulta la producción y el financiamiento de proyectos de generación por parte de empresas privadas. [3]

En estas circunstancias han originado que México se haya quedado ligeramente rezagado con respecto a otras naciones en lo que se refiere al financiamiento de proyectos de generación eléctrica. Por consiguiente y bajo esta óptica se analizará en este trabajo un proyecto de autoabastecimiento para algunas cargas finales de alumbrado público.



# CAPITULO 3

## Descripción del sistema energético mexicano

### 3.1 Marco legal e industrial

La estructura del sector energético nacional responde a lo que esta 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 y gaseosos. En segundo lugar, la Nación dispone de la facultad exclusiva para generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía que tenga por objeto la prestación de servicio público, así como el aprovechamiento de los combustibles nucleares para la generación de energía nuclear y la regulación de sus aplicaciones para otros propósitos.[5]

En tercer lugar, el escrito constitucional marca una diferencia entre las áreas estratégicas, aquellas funciones exclusivas del Estado que no constituyen monopolio, y las actividades de carácter prioritario para el desarrollo, actividades donde el Estado puede participar por si 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 energético son el petróleo y los demás hidrocarburos, la petroquímica básica, los minerales radioactivos, la electricidad y la generación de energía nuclear. Al final, la constitución establece que el Estado contará con los organismos y empresas que requiera para el eficaz manejo de las áreas estratégicas, como de las actividades de carácter prioritario.

A partir de lo que establece el artículo 27 constitucional, y en atención a lo dictan los artículos 25 y 28, se derivan las leyes secundarias, reglamentos, directivas y normas oficiales que regulan la actividad dentro del sector energético nacional.

### 3.2 Sector de Energía

#### 1. Secretaría de Energía (SE)

La Secretaría de Energía promueve la participación de los particulares en lo que se refiere a disposiciones legales aplicables y, en su carácter de coordinadora del sector energético, también conduce la actividad de las entidades paraestatales, en las que preside sus Consejos de Administración y establece, junto con las mismas entidades y la Secretaria de Hacienda y Crédito Público (SHCP) la propuesta de presupuesto que se presenta al Congreso de la Unión. Asimismo, propone la política de tarifas y precios de combustibles, las cuales son finalmente aprobadas por la Secretaría de Hacienda y

Crédito Público. Con el cumplimiento de su responsabilidad, la SE coordina el esfuerzo de organismos desconcentrados y empresas paraestatales.

La Secretaría de Energía, en su papel de coordinadora sectorial, es la institución que puede aplicar un marco regulatorio y garantizar la interrelación sana de las autoridades con las entidades y el sector privado. El marco regulatorio que requiere el sector energético debe satisfacer las siguientes condiciones:

- ❖ Garantizar la rectoría del Estado en el sector, la cual se debe de traducir en una planeación integral y coordinación eficiente entre los distintos participantes, públicos y privados.
- ❖ Dar 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 reglas iguales para todos los participantes.
- ❖ Debe de promover la apertura al sector privado en las áreas donde sea técnicamente posible y deseable en términos de mayor eficiencia económica y liberación de recursos públicos.

## **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 energético. Como primera tarea, éstas 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; y finalmente, evalúan resultados administrativos a través de informes y de la cuenta pública.

La SHCP tiene además las siguientes facultades:

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

## **3.- Comisión Reguladora de Energía (CRE)**

La Comisión Reguladora de Energía tiene una Ley, ésta fue expedida en 1995, la cual transformó a la CRE de un órgano puramente consultivo en materia de electricidad,- tal y como lo estableció en su decreto de creación en 1993-, a un órgano desconcentrado, dotado de autonomía técnica y operativa, encargada de la regulación de las industrias eléctricas, de gas natural y de las actividades de Gas LP llevadas a cabo por ducto.

Asimismo, dicho ordenamiento amplió las facultades de la Comisión y concentró en ella algunas atribuciones que antes se encontraban dispersas en otras dependencias. Entre las más importantes se encuentran:

- ❖ 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 autoabastecedores;
- ❖ Finalmente, la inspección y vigilancia de las disposiciones en materia de regulación.

#### **4.- Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CONASENUSA)**

La CONASENUSA es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía,, responsable de asesorar y vigilar el cumplimiento de las normas en materia nuclear, radiología, física, de salvaguardias y administrativas en las instalaciones en las que se realicen actividades con tecnología altamente especializada, que involucren el uso de materiales y combustibles nucleares y radioactivos. De esta forma, vigila también el comportamiento de materiales radioactivos. Para cumplir con estos objetivos, la CONASENUSA realiza actividades de inspección, auditoria, verificación y reconocimiento, y lleva el seguimiento de las deficiencias que se detectan, siempre con la facultad de dictar sanciones administrativas.

#### **5.- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE)**

La CONAE fue creada por Acuerdo Presencial 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 de uso eficiente de energía. También participa en el aprovechamiento de energías renovables.

#### **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.

#### **7.- Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)**

El IIE fue creado como un organismo público descentralizado de carácter científico y tecnológico, con una personalidad jurídica y patrimonio propio. Tiene como misión 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 Instituto Nacional de Investigaciones nucleares es un órgano público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio. Su compromiso es la investigación y el desarrollo de las ciencias y tecnologías nucleares. También promueve los usos pacíficos de la energía nuclear y publica los avances alcanzados para vincularlos al desarrollo económico, social, científico y tecnológico del país.

### **3.3 Sector Paraestatal Energético**

#### **1.- Petróleos Mexicanos**

PEMEX es una empresa pública, con personalidad jurídica y patrimonio propio, que tiene por compromiso dirigir 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, los cuales están coordinados por un corporativo, que se describen a continuación:

- ❖ PEMEX – Exploración y Producción es uno de los organismos encargado de la exploración y explotación de los yacimientos de petróleo y gas natural, así como de su transporte, almacenamiento en terminales especiales y de su comercialización.
- ❖ PEMEX – Refinación tiene como misión de llevar a cabo los procesos industriales de la refinación; elabora productos petrolíferos y derivados del petróleo que sean susceptibles de servir como materias primas industriales básicas. También, 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; y
- ❖ PEMEX – Petroquímica realiza procesos industriales petroquímicos cuyos productos no forman parte de la industria petroquímica básica, así como su almacenamiento, distribución y comercialización.[5]

#### **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 compromiso 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. La CFE genera el 98% de la

electricidad nacional, además de transmitir y distribuir el 91%. En el interior de CFE, existe un organismo denominado Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), el cual tiene por compromiso 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 [5]

### 3.- Luz y Fuerza del Centro (LFC)

LFC se creó el 9 de Febrero de 1994 por Decreto Presidencial. Este órgano tiene como deber la prestación del servicio público de energía eléctrica, principalmente en materia de distribución, en la región central del país, el cual abarca desde el Distrito Federal y parte de los Estados de México, Morelos, Puebla e Hidalgo. Para cumplir con esta tarea, cuenta con una personalidad jurídica y patrimonio propio. Al igual que la CFE, es también una empresa distribuidora de energía eléctrica.

A continuación se muestra una figura que ilustra la organización del sector energético nacional mexicano.



Figura 3.1

### 3.4 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 construyera, operara y tuviera como 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. [5]

#### 2.- Producción independiente de energía eléctrica, cogeneración autoabastecimiento, pequeña producción, importación y exportación.

La reforma a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) de 1992 permite la participación del sector privado en la generación de electricidad en las siguientes modalidades, las cuales no constituyen un servicio público:

- ❖ **Producción Independiente de Energía Eléctrica (PIE).** Producción de energía eléctrica destinada a venderla a CFE, quedando ésta obligada a adquirirla en los términos y condiciones que se convengan.
- ❖ **Cogeneración.** Generación de energía eléctrica producida simultáneamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria para ser usada en un proceso industrial, o bien generación de energía eléctrica a partir de calor residual de los procesos industriales.
- ❖ **Autoabastecimiento.** Producción de energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de las personas físicas o morales que la producen.
- ❖ **Pequeña Producción.** Generación de una capacidad menor a 30 MW destinada en su totalidad a la venta a CFE
- ❖ **Importación de energía eléctrica.** Destinada exclusivamente al abastecimiento para usos propios.
- ❖ **Exportación de energía eléctrica.** Esta producción se deriva de la cogeneración, producción independiente y pequeña producción.

#### 3.- Petroquímica no básica

En el año de 1996, se modificó la Ley Reglamentaria del Artículo 27 constitucional en el Ramo del Petróleo, esta modificación define claramente cuales son los petroquímicos básicos y los no básicos, aún cuando esta división es artificial y única en el mundo pues no existe un criterio técnico general que la fundamente. La reforma permitió al sector privado invertir hasta en un cien por ciento en la construcción y operación de nuevas

plantas productoras de petroquímicos no básicos. En el mismo proceso legislativo, el Congreso de la Unión recomendó que el Estado mexicano conservara el control de las subsidiarias de PEMEX – Petroquímica, que le permitiera al sector privado la participación hasta de un cuarenta y nueve por ciento del capital social de las empresas existentes. Dichas empresas fueron desincorporadas del régimen del dominio público de la Federación.[7]

#### **4.- Gas LP**

Si bien la industria de gas LP goza desde 1950 de un marco regulatorio que permite la participación privada en las tareas de distribución, a lo largo de 1999 se llevaron a cabo acciones legislativas a fin de establecer una nueva organización en esta industria. Precisamente en Junio de 1999 se expidió el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo que divide a la industria en los siguientes cuatro segmentos: venta de primera mano, transporte, almacenamiento y distribución. De conformidad con el nuevo marco legal, PEMEX concentrará sus recursos en la venta de primera mano, el transporte por ductos y la operación de sus plantas de suministro, al tiempo que el sector privado, nacional y extranjero, podrá participar en el transporte por ductos y otros medios y el almacenamiento. Finalmente, sólo el sector privado será capaz de participar en la distribución de este hidrocarburo.

#### **5.- Como contratistas y desarrolladores**

El sector privado siempre gozará con el privilegio de participar en el ámbito energético como contratista para la realización de obras de infraestructura, es importante mencionar que el esquema utilizado para construir una planta de nitrógeno en Cantarell, donde las empresas participantes firman un contrato a largo plazo para suministrar nitrógeno a PEMEX. El sector privado también presta servicios diversos a las distintas empresas del sector y su participación se lleva a cabo de conformidad con la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, así como con los ordenamientos jurídicos correspondientes. La SECODAM supervisa dicha participación conforme a la ley.

### **3.5 Propuesta de Modernización del Sector Eléctrico**

#### **Objetivos de la Reforma**

Tomando en cuenta las condiciones del sector eléctrico como detonador de desarrollo y desempeño económico y social, resulta indispensable crear los mecanismos adecuados para que los agentes del sector, logren mediante su participación, mejorar la calidad y los costos del servicio.

Para poder lograr un avance significativo en el sector eléctrico, es necesario que las empresas e instituciones lleven a cabo su manejo, planeación y desarrollo con plena autonomía, para esta forma poder responder de la mejor manera posible ante las

necesidades de corto, mediano y largo plazo de los usuarios y no responder a objetivos ajenos a los de la industria eléctrica.

La oportunidad de modernización consiste en fortalecer a las empresas públicas, lo cual implica transformarlas. Sin embargo, el reto es que abandonen su carácter de empresas de gobierno y se conviertan en empresas de Estado. Una empresa de gobierno, utiliza su potencial para cubrir las necesidades del gasto corriente, mientras que una empresa de Estado, es una poderosa herramienta para garantizar la viabilidad del desarrollo económico y humano de México.

En esa línea de trabajo, el programa de reforma estructural desarrollado por el gobierno Federal, tiene por compromiso implementar una reorganización industrial, el cual asimile los avances alcanzados durante las últimas décadas en materia de tecnología. Esta tecnología debe de generar los mecanismos e incentivos necesarios para garantizar la viabilidad de largo plazo del sector, además de inducir eficiencia en la prestación de los distintos servicios que hoy día provee una industria eléctrica moderna, en particular el servicio público de abastecimiento de energía eléctrica.

Para lograr un éxito completo en la modernización, es necesario que se lleven a cabo las inversiones necesarias en el sector eléctrico y se promueva una mejora continua en sus procesos operativos, se debe modificar su estructura organizacional actual, con el propósito de satisfacer también las necesidades de aquellos participantes cuyas necesidades particulares se encuentran fuera del servicio público, ya que, de mantener un esquema donde toda la electricidad sea considerada como servicio público, se pondría entre dicho la expansión y modernización planteada, principalmente por cuestiones económicas, pero también por la falta de incentivos para inversión en el sector.

La reforma estructural planteada que pretende modernizar el sector eléctrico, contiene los siguientes objetivos:

- ❖ Abastecer de electricidad suficientemente como para cubrir el crecimiento de la demanda de energía eléctrica.
- ❖ Concretar una profunda modernización de la infraestructura actual para alcanzar una mayor eficiencia del sector.
- ❖ Inyectar fuerzas a las empresas públicas del sector para que tengan un funcionamiento competitivo ante otras empresas y por lo tanto, convertirlas en empresas productivas.
- ❖ Disminuir de manera efectiva la dependencia del sector en los recursos públicos.



## Modificaciones al Texto Constitucional

En el trayecto de los cambios propuestos a los artículos 27 y 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se plantea reservar a la Nación en forma exclusiva la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como permitir a los usuarios, que por sus necesidades particulares tanto económicas como de consumo, tengan la oportunidad de optar por fuentes alternas de suministro de la energía, estos quiere decir que podrán generar por sí mismos la energía que requieren, o bien, decidirse por adquirirla de un tercero mediante contratos de largo plazo. Esta iniciativa tiene por objeto establecer las bases para realizar un profundo cambio organizacional en la industria eléctrica nacional, siempre con el fin de asegurar para el largo plazo un suministro de energía eléctrica suficiente, confiable, de calidad y con precios competitivos.

Para lograr con esta meta, el Ejecutivo Federal propone reformar el párrafo sexto del artículo 27 Constitucional [6] de la siguiente manera:

### Propuesta de Modificación del Artículo 27

Texto Vigente	Propuesta de Reforma
<p>Artículo 27, 6° párrafo: En los casos a que se refiere...Las declaraciones correspondientes...o de minerales radioactivos.... Corresponde exclusivamente a la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.</p>	<p>Artículo 27, 6 párrafo: En los casos a que se refieren...Las declaratorias correspondientes... o de minerales radioactivos... Corresponde exclusivamente a la Nación la prestación del servicio público de energía eléctrica, en los términos que establezca su ley; en esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieren para dichos fines. Los particulares podrán generar energía eléctrica para consumo propio y para el estado, así como generar electricidad y prestar servicios a los usuarios cuyo consumo rebase los mínimos previstos en esta ley y cumplan con los requisitos que ésta establezca; el Estado garantizará el acceso y uso no discriminatorio de la Red Nacional de Transmisión y de redes de distribución.</p>

Tabla 3.1

En congruencia, la iniciativa también propone modificar el cuarto párrafo del artículo 28 Constitucional [6] de la siguiente manera:

## Propuesta de Modificación del Artículo 28

Texto Vigente	Propuesta de Reforma
Artículo 27, 6° párrafo: No constituirán monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva en las siguientes áreas estratégicas....; electricidad....	No constituirán monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva en las siguientes áreas estratégicas...minerales radioactivos y generación de energía nuclear, servicio público de energía eléctrica y...

Tabla 3.2

### 3.6 Fuentes de Energía

Las fuentes de energía son aquellas que producen energía útil directamente o por medio de una transformación y se clasifican en primarias y secundarias.[8]

#### Fuentes de energía primaria

Corresponden a las distintas fuentes de energía, la cuales se utilizan tal y como obtienen de la naturaleza, ya sea en forma directa o después de un proceso de extracción. Los recursos energéticos se utilizan como insumo para obtener productos secundarios o se consumen en forma directa, tal es el caso de la leña, el bagazo de caña y una parte del gas no asociado.

#### ❖ Carbón mineral

- *Combustible sólido*, de color negro o marrón, que contiene esencialmente carbono y pequeñas cantidades de hidrógeno, oxígeno, azufre y otros elementos. Proviene de la degradación de organismos vegetales durante un largo periodo.
- *Carbón siderúrgico*. Este carbón es considerado con bajo contenido de cenizas, característica favorable para ser transformado en coque.
- *Carbón térmico*. Este carbón se obtiene con alto contenido de cenizas y finos, presenta una flama larga y es muy adecuado para su empleo en la generación eléctrica.

- ❖ **Gas natural no asociado**. Este gas es una mezcla gaseosa de hidrocarburos formada principalmente por metano, el cual se utiliza como combustible en los sectores comercial, industrial y residencial.

- ❖ **Gas natural asociado.** Este gas es una mezcla gaseosa de hidrocarburos que se extrae con el petróleo crudo. Para consumir este energético, es necesario separa en una planta de gas los líquidos y el azufre asociados a este combustible.
- ❖ **Núcleoenergía.** Esta energía esta contenida en el mineral de uranio, pero tiene que pasa por un proceso de purificación y enriquecimiento. Se considera energía primaria únicamente el contenido de material fisionable del uranio, el cual se usa como combustible en los reactores nucleares.
- ❖ **Hidroenergía.** Esta energía es la que se obtiene de un caudal hidráulico.
- ❖ **Geoenergía.** Esta energía es la que esta almacenada, se encuentra bajo la superficie de la tierra, en forma de calor y que emerge a la superficie convertida en vapor.
- ❖ **Energía Eólica.** Esta energía se obtiene mediante un conjunto turbina-generator accionado por la fuerza del viento.
- ❖ **Bagazo de caña.** Esta energía se localiza en la fibra que se obtiene después de extraer el jugo de la caña en los ingenios azucareros. Principalmente se utiliza como combustible para producir electricidad en los propios ingenios azucareros, pero también como materia prima para fabricación de papel, tableros aglomerados y alimento para ganado.
- ❖ **Leña.** Se considera la energía que se obtiene de los recursos forestales, se utiliza en forma directa, principalmente en el sector residencial para cocción de alimentos y calefacción. Incluye troncos, ramas de árboles y arbustos, pero excluye los desechos de la actividad maderera.

### **Fuentes de energía secundaria**

Son energéticos derivados de las fuentes primarias y se obtienen en los centros de transformación con características específicas para su consumo final. Estos productos coque de carbón, coque de petróleo, gas licuado de petróleo, gasolinas y naftas, querosenos, diesel, combustóleo, productos no energéticos, gas natural y electricidad. [8]. Todos estos productos son descritos a continuación:

- ❖ **Carbón de carbón.** Este es un combustible sólido, tiene un alto contenido de carbono y es obtenido de la destilación del carbón siderúrgico. Se clasifica de acuerdo con su tamaño en metalúrgico, nuez y fino; las tres variedades se obtienen en hornos de recuperación. El coque imperial es un producto especial obtenido en hornos de colmena a partir de la mezcla de carbón lavado. El último es un producto que se utiliza en la industria siderúrgica.

- ❖ **Coque de petróleo.** Es un combustible sólido y poroso, de color que va del gris al negro, contiene el 92% de carbono y 8% de ceniza aproximadamente y se obtiene como residuo en la refinación del petróleo. El coque producido en las refinerías es conocido como coque sin calcinar a coque verde, ya que aún contiene residuos de elementos volátiles. Este se puede convertir en coque calcinado que posee alta resistencia, alta densidad y baja porosidad. El coque calcinado se obtiene al introducir la materia prima en un horno cilíndrico refractario a 1,300 grados centígrados. Las industrias lo utilizan en sus dos versiones.
  
- ❖ **Gas licuado de petróleo (Gas LP).** Este es un combustible que se obtiene de la destilación del petróleo y del tratamiento de los líquidos del gas natural. Se compone de propano y butano principalmente, o de una combinación de ambos. Su mercado es el sector residencial, comercial y para el transporte de personas y carga.
  
- ❖ **Gasolinas y naftas.** Combustible líquido liviano, tiene un rango de ebullición entre los 30 y 200 °C, se obtiene de la destilación del petróleo y del tratamiento del gas natural. Dentro del rango de ebullición, se consideran las gasolinas de aviación, automotrices, naturales y las naftas
  - *Gasolinas de aviación.* Estas gasolinas son una mezcla de naftas reformadas de elevado octanaje, volatilidad y estabilidad, pero tiene un bajo punto de congelamiento. Se utiliza en aviones con motores de pistón.
  - *Gasolina automotriz.* También es una mezcla de naftas relativamente volátiles, tiene especificaciones para su operación en motores de combustión interna del tipo automotriz.
  - *Gasolina natural.* Es un producto que se obtiene del procesamiento de gas natural. Se utiliza como materia prima en la industria petroquímica, o se mezcla directamente con las naftas
  - *Nafta.* Es un producto obtenido del procesamiento del petróleo y gas natural. Se emplea como materia prima en la industria petroquímica, actuando como solvente en la manufactura de pinturas y barnices, y como limpiador en la industria.
  
- ❖ **Querosenos.** Es un combustible líquido compuesto por la fracción del petróleo que se destila entre los 150 y 300 °C. Los querosenos, según su aplicación, se clasifican en dos grupos:
  - *Turbosina.* Este un combustible con una grado especial de refinación que posee un punto de congelación más bajo que el querosén común y se utiliza en el transporte aéreo para motores de turbina.
  - *Otros querosenos.* Son querosenos comunes, se utilizan para cocción de alimentos, alumbrado, motores, equipos de refrigeración y como solvente para asfaltos e insecticidas de uso doméstico.

- ❖ **Diesel.** Combustible líquido que se obtiene de la destilación del petróleo en los 200 y 300 °C. Es un producto para uso automotriz e industrial; se emplea principalmente en motores de combustión interna tipo diesel.
- ❖ **Combustóleo.** Este es un combustible residual de la refinación del petróleo. Abarca todos los productos pesados; se utiliza principalmente en calderas, plantas de generación eléctrica y motores para navegación. Se divide en combustóleo pesado, ligero e intermedio.
- ❖ **Productos no energéticos o materia prima.** Estos productos son lo que se utilizan como materia prima, aún cuando poseen un considerable contenido de energía como asfaltos, lubricantes, grasas, parafinas, etano, propano-propileno, butano-butileno, azufre y materia prima para negro de humo.
- ❖ **Gas natural.** Hidrocarburo gaseoso obtenido como subproducto del gas asociado en plantas de gas y refinerías después de extraer los licuables; se forma por metano y pequeñas cantidades de etano. El gas natural es apropiado para su utilización como materia prima. Se emplea en la petroquímica básica de PEMEX, donde se produce principalmente metanol y amoníaco, este último es un producto básico en la industria de los fertilizantes. Asimismo, es utilizado como combustible en los sectores industrial, residencial y en centrales eléctricas.
- ❖ **Electricidad.** Energía transmitida por electrones en movimiento.

### 3.7 Centrales eléctricas

Plantas integradas por un conjunto de unidades de generación, equipos auxiliares, subestaciones y equipos de transmisión de energía eléctrica. Estas centrales se clasifican en cinco tipos según las fuentes de energía que se utilizan para generar electricidad [8]:

- ❖ **Termoeléctricas.** Su funcionamiento se basa en la combustión de productos petrolíferos, de gas natural y de carbón para producir vapor de agua, el cual es convertido en energía eléctrica al ser expandido en una turbina. Estas centrales consumen indistintamente gas natural y gas no asociado directo de campos.
- ❖ **Núcleoeléctricas.** No es más que una termoeléctrica convencional, en la cual, el vapor de agua es producido por el calor generado a partir de la reacción nuclear de fisión, esta reacción es llevada a cabo dentro de un reactor nuclear.
- ❖ **Hidroeléctricas.** Su funcionamiento esta basado en el principio de turbinas hidráulicas que rotan al impulso de un caudal de agua y mueven generadores eléctricos.

- ❖ **Geotermoeléctricas.** Al igual que la hidroeléctrica, también una planta termoeléctrica convencional, pero no tiene el generador de vapor. La turbina aprovecha el potencial geotérmico almacenado en el subsuelo en forma de vapor de agua.
- ❖ **Eoloeléctricas.** Su funcionamiento se basa en el principio de aerogeneradores que aprovechan el impulso del aire para generar electricidad

A continuación se muestran dos figuras que ilustran el consumo del sector energético y el consumo final total de energía.

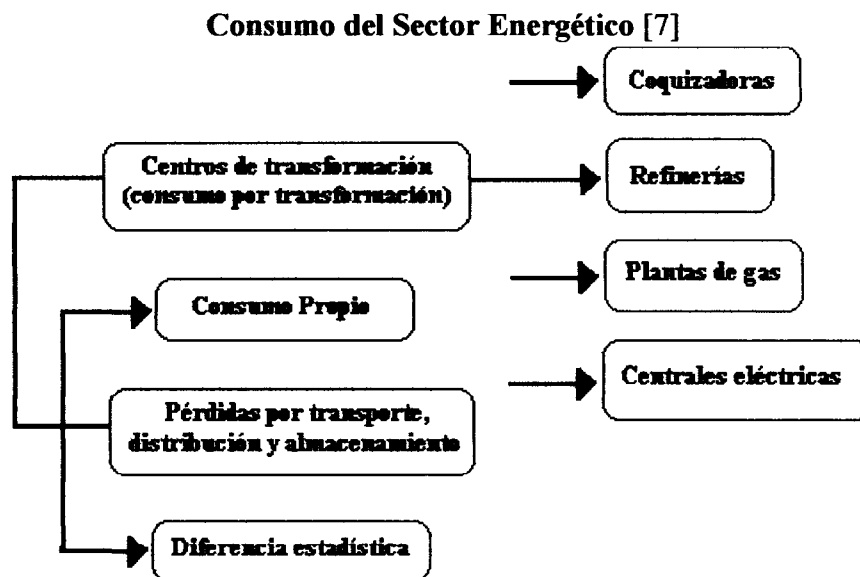


Figura 3.2

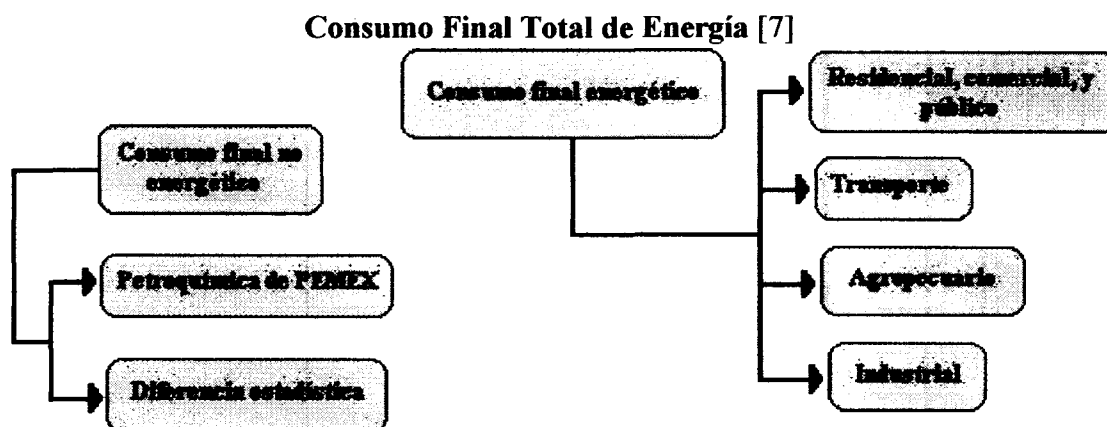


Figura 3.3

### 3.8 Capacidad de generación del Sistema Eléctrico Nacional

La capacidad instalada de energía eléctrica en operación en el Sistema Eléctrico Nacional, a Diciembre del año 2001 ascendió a 42, 410 MW. De este total, la Comisión Federal de Electricidad participa con 36, 236 MW, Luz y Fuerza del Centro con 827 MW, Productores Independientes con 1, 456 MW, en conjunto con el anterior forman el sector público con 38, 519 MW, Auto generadores 2, 232 MW, Cogeneradores 1, 136 y con 524 otros productores particulares [3].

Es importante mencionar que antes de la modificación de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica en 1993, la participación privada estaba limitada a la modalidad de “usos propios continuos”, alcanzando una capacidad instalada de aproximadamente de 600 MW en 1992. Desde aquellos años, la expansión del sector eléctrico se ha basado en la participación privada.

**Capacidad Instalada a Diciembre del 2003**

Capacidad instalada México 2003		
	MW	%
CFE	36,971	74.4
LFC	834	1.7
PEMEX	1,822	3.7
Productor independiente de energía (PIE)	6,756	13.6
Autoabastecimiento y/o Cogeneración	3,316	6.7
<b>Total</b>	<b>49,699</b>	<b>100.0</b>

Tabla 3.3

### 3.9 Canasta de combustibles

Un punto clave en la determinación del costo de producción de electricidad en la nación, es el precio con el que evolucionan los combustibles. La generación de electricidad se basa principalmente en los siguientes combustibles fósiles [3]:

1. **Gas natural.** Sin lugar a dudas, el combustible con poder energético que mayor volatilidad en su precio ha presentado en los últimos años es el gas natural. Algunos de los factores que afectan la variabilidad de su precio en el corto plazo son:

- **Demanda.** Factor muy importante, ya que depende del clima y condición económica de la región, además de las características de las unidades generadoras.
- **Nivel de producción**
- **Nivel de almacenamiento**
- **Restricciones del transporte**
- **Interacción con otras áreas**

El precio del gas natural que es utilizado para determinar el costo de producción de electricidad esta basado en la cotización de PEMEX base firme anual, zona centro y esta en pesos por gigacaloría.

2. **Combustóleo.** Se clasifica en los siguientes dos rubros:

- **Nacional.** Su precio esta basado en la cotización de PEMEX volumen básico, promedio de centros productores, en pesos por metro cúbico.
- **Importado.** Su precio esta basado en la cotización de PEMEX, promedio de centros productores importadores, en pesos por metro cúbico.

3. **Diesel industrial.** Bajo en azufre, precio basado en la cotización de PEMEX del resto del país, sin impuestos acreditables, en pesos por metro cúbico.

4. **Carbón.** Se clasifica en los siguientes dos rubros:

- **Nacional.** Precio basado en la cotización de MICARE, incluyendo manejo de cenizas, en pesos por gigacaloría.
- **Importado.** Su precio esta basado en el promedio Petacalco, incluyendo manejo de cenizas, en pesos por gigacaloría

Es importante mencionar que los precios de los combustibles no consideran IVA (Impuesto al Valor Agregado), se aplica con un mes de retraso para la determinación del costo de producción de electricidad.

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) en su página electrónica, publica mensualmente los ajustes a las tarifas eléctricas ocasionados por las variaciones del precio de los combustibles y la inflación nacional.



En la siguiente tabla se ilustrará como ha sido la evolución de los precios de los combustibles para el periodo Noviembre 2002 – Abril 2004 [3]. Estos precios serán de utilidad más adelante para determinar el costo promedio de la energía.

**Evolución de los Precios de los Combustibles [3]**

<b>Precios de los combustibles</b>						
<b>Mes</b>	<b>Combustible</b>		<b>Gas Natural</b>	<b>Diesel</b>	<b>Carbón</b>	
	<b>Importado</b>	<b>Nacional</b>		<b>Industrial</b>	<b>Importado</b>	<b>Nacional</b>
	<b>\$/ m cúbico</b>		<b>\$/Gcal</b>	<b>\$/m cúbico</b>	<b>\$/Gcal</b>	<b>\$/Gcal</b>
<b>Nov 02</b>	1876.38	1436.58	164.28	2608.4	64.13	83.28
<b>Dic 02</b>	2113.65	1418.04	166.6	2369.64	61.73	83.17
<b>Ene 03</b>	1939.11	1321.34	190.47	2531.78	57.3	86.84
<b>Feb 03</b>	1598.35	1261.34	233.3	2874.71	60.06	86.78
<b>Mar 03</b>	2045.06	1503.24	242.65	3361.72	60.61	84.4
<b>Abr 03</b>	1749.27	1707.18	253.48	3214.86	59.78	86.45
<b>May 03</b>	1938.42	1631.3	257.43	2581.47	56.96	86
<b>Jun 03</b>	1787.06	1323.28	257.96	2399.32	57.82	83.65
<b>Jul 03</b>	1797.29	1192.77	216.67	2537.68	61.93	85.73
<b>Ago 03</b>	2101.56	1247.53	211.5	2628.75	64.24	86.6
<b>Sept 03</b>	2013.54	1397.26	212.02	2792.39	65.85	85.24
<b>Oct 03</b>	2168.67	1581.43	200.26	2702.89	67.27	86.19
<b>Nov 03</b>	1991.26	1608.98	195.13	2949.46	66.27	85.5
<b>Dic 03</b>	2113.65	1418.04	166.6	2369.64	61.73	83.17
<b>Ene 04</b>	2063.52	1568.17	214.11	3002.42	63.99	87.62
<b>Feb 04</b>	2063.52	1541.34	225.39	3186.08	63.99	88.33
<b>Mar 04</b>	2091.02	1437.83	230.42	3124.61	63.99	89.36
<b>Abr 04</b>	2091.02	1397.01	235.28	3282.99	63.99	88.57

**Tabla 3.4**

### Factores de Conversión[9], [12]

Volumen			
1	metro cúbico	6.2898104	barriles
1	metro cúbico	35.31467	pies cúbicos
1	metro cúbico	1000	litros
1	millón de metros cúbicos	6289.8	miles de barriles
1	millón de metros cúbicos	178.107	miles de barriles
1	pie cúbico	0.0283168	metro cúbico
1	galón	0.0238	barriles

**Tabla 3.5**

### Equivalencias Energéticas[9], [12]

Equivalencias Energéticas			
1	millón de toneladas de petróleo	40.4	BTU (10 <sup>2</sup> unidades térmicas)
1	tonelada de petróleo crudo equivalente	41.868	Gigajoules (10 <sup>9</sup> joules)
1	millón de toneladas de petróleo crudo	41.868	Petajoules (10 <sup>15</sup> joules)
1	tonelada métrica	7.33	barriles de petróleo
1	barril de petróleo	5000	pies cúbicos de gas natural
1	millón de metros cúbicos de gas natural	0.9	miles de toneladas de petróleo crudo
1	millón de pies cúbicos de gas natural	0.026	miles de toneladas de petróleo crudo
1	metro cúbico de gas natural	8460000	calorías (para efectos de facturación de gas seco)
1	metro cúbico de gas natural	8967600	calorías (con factor de corrección calorífica de 1.06)
1	metro cúbico de kerosina	8841586	kilocalorías
1	metro cúbico de gas de alto horno	8825000	calorías
1	metro cúbico de gas de coque	4400000	calorías
1	barril de combustóleo pesado	1593000	kilocalorías
1	barril de diesel*	1469600	kilocalorías
1	tonelada de coque de petróleo	7465500	kilocalorías
1	kilogramo de gas LP (mezcla nacional)	11823.86	kilocalorías
1	kilogramo de gas LP (mezcla importación)	11917.3	kilocalorías
1	tonelada de bagazo	1684990	kilocalorías
1	tonelada de carbón	4662000	kilocalorías
1	tonelada de coque de carbón	6933000	kilocalorías
1	pie cúbico	1.03	MBTU de gas natural
1	BTU	1055.06	joules
1	BTU	252	calorías
1	caloría	4.1868	joules
1	kilocaloría	3.968254	BTU
1	petajoule (10 <sup>15</sup> )	0.968254	miles de barriles de petróleo crudo equivalente
1	Gigajoule	239000000	calorías
1	petacaloría	132.76	megawatts
1	watt hora	3600	joules
1	Kilowatt-hora	3412	BTU

**Tabla 3.6**

### Factor de conversión para el diesel industrial:

$$1m^3 = 6.2898104 \text{Barriles} * \frac{1,469,600 \text{KCal}}{1 \text{Barril}} * \frac{3.968254 \text{Btu}}{1 \text{KCal}} * \frac{10^{-6} \text{MBtu}}{1 \text{Btu}} = 36.68057713 \text{Mbtu}$$

En el ámbito del dinero, regularmente se puede dar una idea más clara de los precios de los combustibles si se cambian a dólares por alguna unidad de energía conocida (US\$/MBTU y US\$/KWh).

A continuación se mostrara una tabla que ilustra los precios de combustibles en estas unidades:

### Evolución de los Precios de los Combustibles (US\$/MBTU y US\$/KWh)

Dolares \$/US\$	Precio del Diesel			
	Mes	\$/m cúbico	US\$/Mbtu	US\$/KWh
10.15	Nov 02	2608.4	7.006030	0.023905
10.36	Dic 02	2369.64	6.235718	0.021276
10.40	Ene 03	2531.78	6.636765	0.022645
10.40	Feb 03	2874.71	7.535716	0.025712
10.94	Mar 03	3361.72	8.377377	0.028584
10.63	Abr 03	3214.86	8.245038	0.028132
10.25	May 03	2581.47	6.866052	0.023427
10.50	Jun 03	2399.32	6.229637	0.021256
10.44	Jul 03	2537.68	6.626744	0.022610
10.73	Ago 03	2628.75	6.679030	0.022789
11.00	Sept 03	2792.39	6.920655	0.023613
11.00	Oct 03	2702.89	6.698839	0.022856
11.00	Nov 03	2949.46	7.309938	0.024942
11.00	Dic 03	2369.64	5.872912	0.020038
11.32	Ene 04	3002.42	7.230842	0.024672
11.33	Feb 04	3186.08	7.666385	0.026158
11.36	Mar 04	3124.61	7.498620	0.025585
11.36	Abr 04	3282.99	7.878709	0.026882

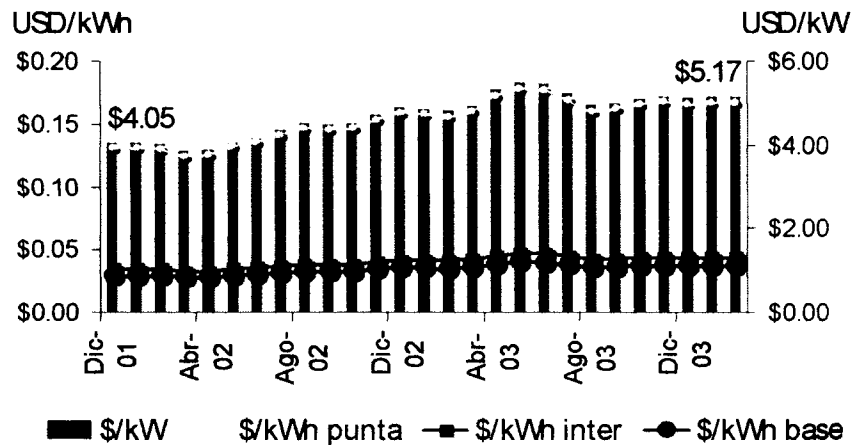
Tabla 3.7

### 3.10 Tarifas CFE

Las tarifas industriales de CFE se afectan con un ajuste mensual que va de acuerdo con la inflación, a los precios de los combustibles fósiles empleados en la generación, a la fracción de generación neta fósil y al tipo de cambio (dólares). El disparo de algunos precios de combustibles, por ejemplo el gas natural, en el 2003 dio lugar a que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y la Secretaría de Energía modificaras los métodos y reglas para el cálculo de los factores de ajuste, empleándose desde entonces el promedio móvil de cuatro meses para calcular los precios de los combustibles.[16]

Como un ejemplo, en la figura 3.4 se muestran los precios unitarios de las energías de la tarifa HS NE en los distintos horarios. La demanda se muestra utilizando el tipo de cambio del mes de Diciembre del 2003. Al utilizar el tipo de cambio del mes de Diciembre, se elimina el efecto de la inflación y se puede apreciar mucho mejor el efecto del aumento en los precios de los combustibles.

**Costos unitarios de tarifa HS NE en dólares de Diciembre del 2003. [16]**

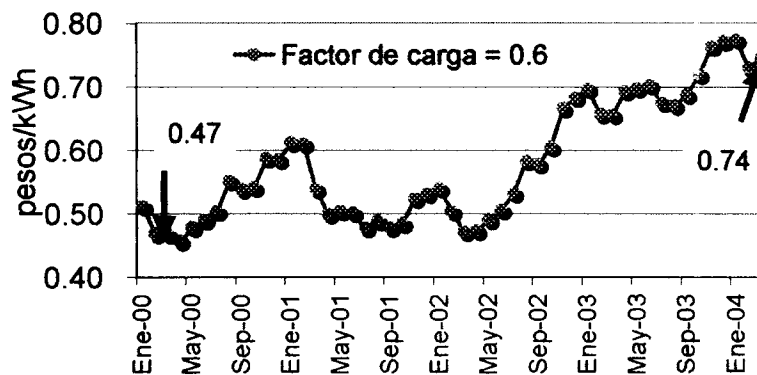


**Figura 3.4**

Los costos unitarios de Febrero del 2004 han aumentado un poco más de 25% con respecto a los de Noviembre del 2001, y debido a que están expresado en dólares de Diciembre del 2003, el efecto de la inflación queda eliminado.

Si los precios de la energía eléctrica se expresarán en moneda nacional, entonces se hace más notorio el aumento en estos precios. En la figura 3.5 [16] se puede observar los costos unitarios de la tarifa HS que utiliza una planta cuando opera a un factor de carga de 0.6. Para este caso, el costo ha cambiado de 0.47 pesos/kWh en Marzo del 2000 a 0.74 pesos/kWh en Marzo el 2004.

**Costo unitario mezclado en pesos nominales tarifa HS NE con factor de carga 0.6**



**Figura 3.5**

# CAPITULO 4

## Recuperación de la Inversión

### 4.1 Ingeniería Económica

#### 4.1.1 ¿Por qué es importante la ingeniería económica?

Día con día se toman decisiones que afectan el futuro. La ingeniería económica no es más que el aspecto monetario que representan las decisiones tomadas por ingenieros, gerentes, presidentes de corporaciones e individuos, que al trabajarlas y ponerlas en práctica, hacen que alguna empresa sea lucrativa en un mercado altamente competitivo. Inherentes a estas decisiones son los cambios entre diferentes tipos de costos y el desempeño proporcionado por el diseño propuesto a la solución de un problema determinado.

La necesidad de la ingeniería económica se encuentra motivada principalmente por el trabajo que llevan a cabo los ingenieros, al analizar, sintetizar y obtener conclusiones en proyectos de cualquier tipo. De esta manera, la ingeniería económica es un punto medular en la toma de decisiones. Tales decisiones implican los elementos básicos de *flujos de efectivo, tiempo y tasas de interés*. A menudo las decisiones reflejan la elección fundamentada de una persona sobre cómo invertir mejor fondos, también llamado *capital*. Con frecuencia el monto del capital está restringido, así como el efectivo disponible de una persona que con frecuencia se encuentra limitado. La decisión de cómo invertir el capital, indudablemente cambiará el futuro, siempre con la esperanza de mejorar; es decir, como cuando un individuo se compra ropa, zapatos o hasta un automóvil, todo con el objetivo mejorar o agregar valor al estilo de vida que se lleva a diario.[10]

La ingeniería económica implica la evaluación sistemática de los costos y beneficios de los proyectos técnicos propuestos. Los principios y metodología de la ingeniería económica son parte integral de la administración y operación diaria de compañías y corporaciones del sector privado, servicios públicos regulados, unidades o agencias gubernamentales, y organizaciones no lucrativas. El objetivo principal de esta disciplina es un análisis técnico, con énfasis en los aspectos económicos, de manera de contribuir notoriamente en la toma de decisiones, con las cuales es posible desarrollar un enfoque racional y significativo para evaluar los aspectos económicos de los diferentes métodos (alternativas) empleados en el logro de un objetivo determinado.

#### 4.1.2 ¿Cuáles son los principios de la Ingeniería Económica?

**Desarrollar alternativas:** La elección se da entre las alternativas. Es necesario identificar las alternativas y después definir las para el análisis subsiguiente.

**Enfocarse en las diferencias:** Al comparar las alternativas debe considerarse sólo aquello que resulta relevante para la toma de decisiones, es decir, las diferencias en los posibles resultados.

**Utilizar un punto de vista consistente:** Los resultados posibles de las alternativas, económicas y de otro tipo, deben llevarse a cabo consistentemente desde un punto de vista muy bien definido.

**Utilizar una unidad de medición común:** Utilizar una unidad de medición común para enumerar todos los resultados probables hará más fácil el análisis y comparación de las alternativas.

**Considerar los criterios relevantes:** La selección de una alternativa requiere del uso de uno o varios criterios. El proceso de decisión debe considerar los resultados enumerados en la unidad monetaria y los expresados en alguna otra unidad de medida o hechos explícitos de una manera descriptiva.

**Hacer explícita la incertidumbre:** La incertidumbre es inherente al proyectar los resultados futuros de las alternativas y debe reconocerse en su análisis y comparación.

**Revisar sus decisiones:** La toma de decisiones mejorada resulta de un proceso de adaptación; hasta donde sea posible, los resultados iniciales proyectados de la alternativa seleccionada deben compararse posteriormente con los resultados reales logrados.[11]

Alguna de las preguntas típicas que se pueden suscitar por parte de individuos, negocios y corporaciones, por las agencias públicas (gubernamentales), se formulan en este capítulo.

##### Individuos

- ¿Debo pagar el saldo de mi tarjeta de crédito con dinero prestado?
- ¿Qué representan mis estudios universitarios en mi carrera profesional en términos financieros?
- ¿Constituyen un buen negocio las deducciones federales del impuesto sobre la renta para la hipoteca de mi casa o se debería agilizar los pagos de la hipoteca?
- ¿Realmente cual fue la tasa de retorno que se obtuvo en la inversión en acciones?
- ¿Debería comprar o financiar mi próximo automóvil, o conservar el que tengo ahora y continuar pagando el crédito?

## Instituciones Gubernamentales y del Sector Público

- Con el objetivo de mejorar el sistema de distribución de electricidad en una ciudad, ¿Cuánto dinero debe de recaudarse con el nuevo impuesto?
- ¿Es factible para el Estado, compartir el costo de la construcción de una ruta de peaje con un contratista?
- ¿Una universidad estatal debería contratar a una institución privada para que ésta imparta cursos universitarios propedéuticos o debería impartirlos el personal docente de la propia universidad?

## Negocios y Corporaciones

- ¿Qué términos económicos es mejor fabricar, internamente o comprar por fuera una parte componente de una nueva línea de producto?
- ¿Qué es mejor?, ¿Construir o arrendar las instalaciones para una nueva sucursal en alguna parte del mundo?
- ¿Realmente se logrará el retorno de inversión requerido, si se instala la nueva tecnología de fabricación en la planta?

### 4.1.3 Terminología, símbolos y su significado

En las ecuaciones matemáticas y procedimientos de la ingeniería económica, se emplean los siguientes términos y símbolos[10]:

*P*: Valor o cantidad de dinero en un momento fijado como presente o tiempo cero. También *P* recibe el nombre de valor presente (VP), valor presente neto (VPN), flujo de efectivo descontado (FED) y costo capitalizado (CC); unidades monetarias, dólares por ejemplo.

*F*: Valor o suma de dinero en un tiempo futuro. *F* también recibe el nombre de valor futuro (VF); unidades monetarias, dólares por ejemplo.

*A*: Serie de cantidades de dinero consecutivas, iguales y del final del periodo. *A* también se le denomina valor anual (VA) y valor anual uniforme equivalente (VALUE); unidades monetarias por año, unidades monetarias por mes.

*n*: Número de periodos de interés; años, meses, días.

*i*: Tasa de interés o tasa de retorno por periodo; porcentaje anual, porcentaje mensual.

*t*: Tiempo expresado en periodos; años, meses, días.

Los símbolos *P* y *F* indican valores que se presentan una sola vez en el tiempo: *A* tiene el mismo valor una vez en cada periodo de interés durante un número específico de periodos. Es importante mencionar que el valor presente *P* representa una sola suma de dinero en algún momento anterior a un valor futuro *F*.

También cabe destacar que el símbolo  $A$  siempre representa una cantidad uniforme (es decir, la misma cantidad de cada periodo), la cual se extiende a través de periodos de interés *consecutivos*. Es esencial que ambas condiciones se presenten antes de que la serie pueda ser representada por  $A$ .

En lo que respecta al símbolo  $i$ , éste corresponde a una tasa de interés compuesto, a menos de que se específicamente se indique que se trata de una tasa de interés simple. La tasa de interés  $i$  siempre se expresa como un porcentaje por periodo de interés. A menos de que se indique lo contrario, en la mayoría de los casos se supondrá que la tasa se aplique durante los  $n$  años o periodos de interés. Regularmente en los cálculos que se realizan en la ingeniería económica, siempre se utiliza el equivalente decimal de  $i$ .

Todos los problemas de la ingeniería económica incluyen el elemento de tiempo, en esta disciplina esta representado por  $t$ . De los cinco símbolos restantes, cada problema incluirá por lo menos cuatro símbolos,  $P$ ,  $F$ ,  $A$ ,  $n$  e  $i$ , donde al menos tres de los antes mencionados, están estimados o se conocen.[10]

## 4.2 Interés y Rendimiento

El *interés*, es la manifestación del valor del dinero en el tiempo; que desde un punto de vista de cálculo, es la diferencia entre una cantidad final de dinero y la cantidad original. Si la diferencia es nula o negativa, no hay interés. Actualmente en la economía existen dos variantes del interés: el *interés pagado* y el *interés ganado*. El interés se *paga* cuando una persona u organización pide dinero prestado (obtiene un préstamo) y paga una cantidad mayor al final de cierto periodo. El interés se *gana* cuando una persona u organización ahorra, invierte o presta dinero y recibe una cantidad mayor.[10]

A continuación se muestra que los cálculos y los valores numéricos para ambas variantes son, esencialmente, los mismos, pero difieren en su interpretación.

El interés que se paga por fondos que se piden prestados (préstamo) se determina mediante la siguiente relación:

$$\text{Interés} = \text{cantidad que se debe ahora} - \text{cantidad original} \quad \text{Ec.4.1}$$

Cuando el interés se ve desde la perspectiva de un ahorrador, un prestamista, o un inversionista, el interés ganado es la cantidad de dinero final menos la cantidad inicial, o principal. Ahora el interés se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Interés} = \text{cantidad total actual} - \text{cantidad original} \quad \text{Ec. 4.2}$$

Cuando el interés pagado se expresa con respecto a una *unidad de tiempo específica*, ahora se escribe como porcentaje de la suma original (principal), este resultado recibe el nombre de *tasa de interés*.

Ec 4.3

$$\text{Tasa de interés (\%)} = (\text{interés acumulado por unidad de tiempo} / \text{suma original}) * 100\%$$



El interés pagado durante un periodo específico de tiempo se expresa como porcentaje de la cantidad original y recibe el nombre de *tasa de retorno (TR)*. El cálculo de este término se expresa con el siguiente algoritmo:

Ec 4.4

$$\text{Tasa de rendimiento (\%)} = (\text{interés acumulado por unidad de tiempo} / \text{cantidad original}) * 100 \%$$

De esta forma, la unidad de tiempo de la tasa recibe el nombre de *periodo de interés*. Actualmente, el periodo de interés que más se utiliza para fijar una tasa de interés es de un año. Sin embargo, es posible considerar periodos de tiempo mucho más cortos, como un 1% mensual. De tal manera, que siempre, debería incluirse el periodo de interés de la tasa correspondiente de interés.

Cabe mencionar que en el ambiente industrial, se utiliza comúnmente el término *rendimiento sobre la inversión (RSI)* como sinónimo del *TR*, sobretodo cuando se asignan grandes fondos de capital a programas orientados a la ingeniería.

### 4.3 Interés simple y compuesto

En el cálculo de sumas de dinero equivalentes para un periodo de interés en el pasado y un periodo de interés en el futuro; los términos de *interés*, *periodo de interés* y *tasa de interés* son muy útiles. Sin embargo, para más de un periodo de interés, los conceptos de *interés simple e interés compuesto* se tornan muy importantes.

El *interés simple* se calcula utilizando únicamente el principal e ignorando cualquier interés generado en los periodos de interés pasados. El interés simple total durante varios periodos se calcula con el siguiente algoritmo: [10]

$$\text{Interés} = (\text{tasa de interés})(\text{número de periodos})(\text{principal}) \quad \text{Ec 4.5}$$

Donde la tasa de interés se expresa en forma decimal.

En el caso de manejar un *interés compuesto*, el interés generado durante cada periodo de interés se calcula sobre el principal más el monto total de interés acumulado en todos los periodos anteriores. Así, el interés compuesto es un interés sobre el interés. También refleja el efecto del valor del dinero en el tiempo sobre el interés. El interés para un periodo, ahora se calcularía con el siguiente algoritmo:

$$\text{Interés} = (\text{tasa de interés})(\text{principal} + \text{todos los intereses acumulados}) \quad \text{Ec 4.6}$$

### 4.4 Tasa mínima atractiva de retorno

Para saber si una inversión es rentable, el inversionista (una corporación o individuo) espera recibir una cantidad de dinero mayor de la que invirtió originalmente. Por decirle de otra forma, debe ser posible obtener una tasa de retorno o rendimiento sobre la inversión que sean atractivos. Durante un determinado periodo de tiempo, la tasa de retorno (*TR*) se calcula mediante el siguiente algoritmo [10]:

$$\text{TR} = (\text{Suma actual} - \text{inversión original} / \text{inversión original}) * 100\% \quad \text{Ec 4.7}$$

El denominador puede llamarse utilidad o ingreso neto. Puede notar que este cálculo es esencialmente el mismo que el de la tasa de interés. Cualquiera de los términos pueden ser utilizados indistintamente. El término de la tasa de interés es utilizado desde el punto de vista del prestatario, es decir, cuando el dinero ha sido obtenido mediante un préstamo, o cuando se establece un interés fijo. Mientras que el término de tasa de retorno, se utiliza comúnmente cuando se estima la rentabilidad de una alternativa propuesta o cuando se evalúan los resultados de un proyecto o inversión ya terminados. Ambos términos se representan con el símbolo  $i$ .

#### 4.5 Factores de pago único (F/P y P/F)

Uno de los factores fundamentales de la ingeniería económica, es el que determina la cantidad de dinero  $F$  que se acumula después de  $n$  años o periodos, a partir de un valor único presente  $P$  con interés compuesto una vez por año o por periodo. Para la determinación de estas cantidades se utiliza el siguiente algoritmo [10]:

$$F = P(1 + i)^n \quad \text{Ec.4.8}$$

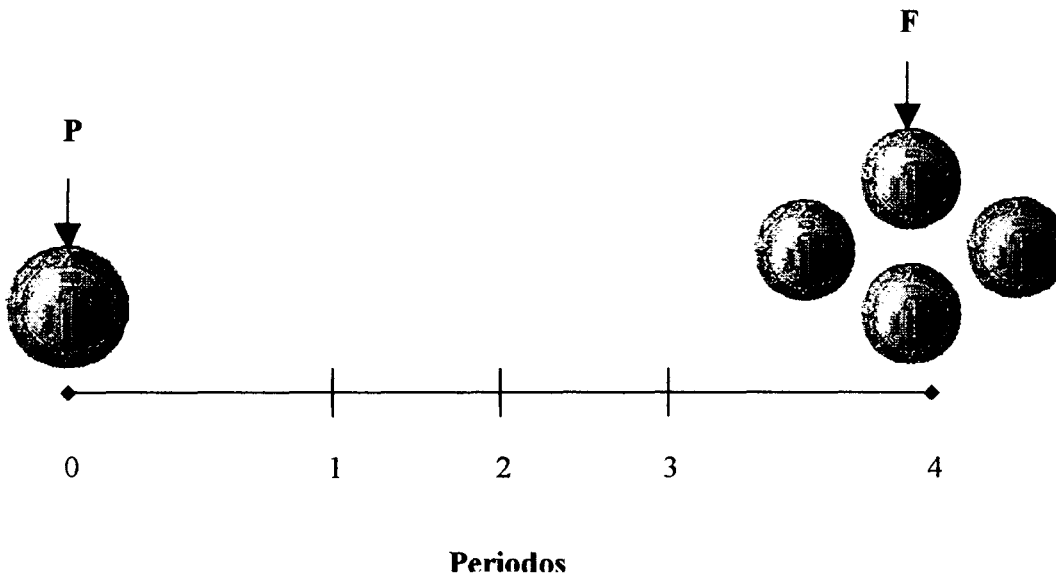
El factor  $(1 + i)^n$  se denomina factor de cantidad compuesta de pago único (FCCPU); pero generalmente se le hace referencia como el *factor F/P*. Este es el factor de conversión que, cuando se multiplica por  $P$ , produce la cantidad futura  $F$  de una inversión inicial  $P$  después de  $n$  años, a la tasa de interés  $i$ . Al despejar  $P$  de la ecuación, ésta queda en términos de  $F$  de la siguiente manera:

$$P = F \left[ \frac{1}{(1 + i)^n} \right] \quad \text{Ec. 4.9}$$

A la expresión que se encuentra entre corchetes se le conoce como el *factor de valor presente de pago único (FVPPU)*, o el *factor P/F*; esta expresión determina el valor presente  $P$  de una cantidad futura  $F$ , después de  $n$  años a una tasa de interés  $i$ .

A continuación se muestra un diagrama de flujo para ejemplificar el FVPPU.

**Diagrama de Flujo de Efectivo para Determinar P ó F.[12]**



**Figura 4.1**

Obsérvese que los dos factores y las fórmulas son de pago único, es decir, se utilizan para encontrar la cantidad presente o futura cuando solamente existe un pago o recibo.

**4.5.1 Factor de valor presente, serie uniforme y el factor de recuperación del capital (P/A y A/P)**

Puede determinarse una expresión para el valor presente considerando cada valor de  $A$  como un valor futuro  $F$ , calculando su valor presente con el factor  $(P/F)$  para luego sumar los resultados. Entonces la expresión se podría escribir de la siguiente manera [10]:

$$P = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \quad \text{Donde: } i \neq 0 \quad \text{Ec 4.10}$$

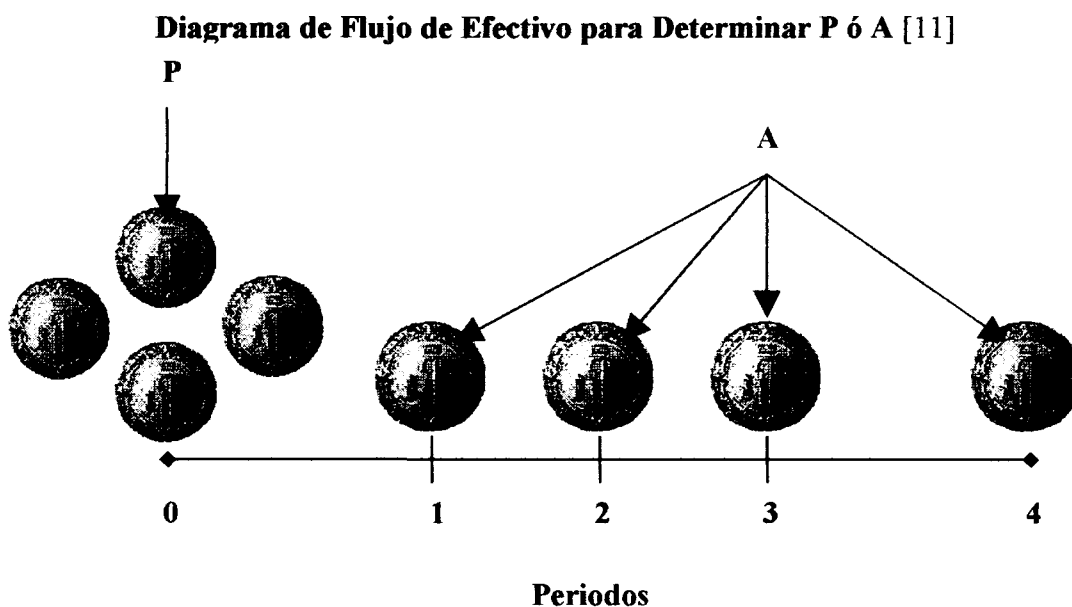
El término entre corchetes es el factor de conversión referido como *factor de valor presente de serie uniforme (FVPSU)*, o el factor  $P/A$ . Con esta ecuación se puede calcular el valor presente  $P$  de una serie anual uniforme equivalente  $A$ , la cual empieza al final del año 1 y se extiende durante  $n$  años a una tasa de interés  $i$ .

Sin embargo, al despejar  $A$  de la ecuación Ec 4.3 resulta una nueva expresión, la cual se escribe de la siguiente manera:

$$A = P \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad \text{Ec. 4.11}$$

El término que se encuentra entre corchetes se denomina *factor de recuperación del capital* (FRC), o factor  $A/P$ . Con el se calcula el valor anual uniforme equivalente de la cantidad  $A$  durante  $n$  años de una cantidad  $P$  dada en el año cero, cuando la tasas de interés es  $i$ .

A continuación se muestra un diagrama de flujo para ejemplificar la determinación de  $P$  o  $A$ , dependiendo del valor dado.



**Figura 4.2**

Cabe destacar que estas fórmulas se derivan con el valor presente  $P$  y la primera cantidad anual uniforme  $A$ , con un año o periodo determinado de diferencia. Es decir, el valor presente  $P$  siempre debe localizarse un periodo antes de la primera cantidad  $A$ .

#### 4.5.2 Factor de fondo de amortización y el factor de cantidad compuesta serie uniforme. Factores $A/F$ y $F/A$ . [10]

$$A = F \left[ \frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] \quad \text{Ec 4.12}$$

La expresión entre corchetes es el factor de fondo de amortización o el factor  $A/F$ , el cual determina la serie de valor anual uniforme que sería equivalente a un valor futuro determinado  $F$  o  $A$  durante  $n$  años de una inversión  $P$  y con una tasa de interés  $i$ . Observe que la serie uniforme se inicia al final del periodo 1 y continua a lo largo del periodo de  $F$  dado.

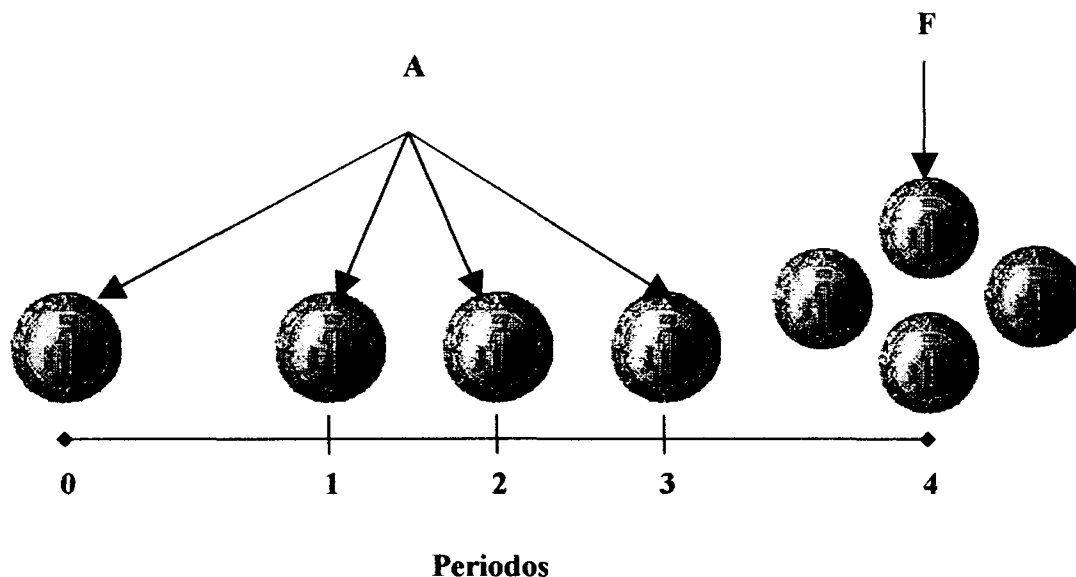
La ecuación Ec. 4.5 puede ser reordenada para despejar  $F$  en términos de  $A$ . De tal forma que ahora el algoritmo queda de la siguiente manera:

$$F = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \quad \text{Ec. 4.13}$$

El término entre corchetes se denomina el *factor de cantidad compuesta, serie uniforme* (FCCSU), o factor  $F/A$ . Cuando este factor se multiplica por la cantidad anual uniforme  $A$  dada, produce el valor futuro de la serie uniforme. Es importante recordar que la cantidad futura  $F$  ocurre durante el mismo periodo que la última cantidad  $A$ . [10]

A continuación se muestra un esquema que ejemplifica la determinación  $A$  o  $F$ , dependiendo del valor dado.

**Diagrama de Flujo de Efectivo para Determinar  $A$  ó  $F$  [11]**



**Figura 4.3**

## 4.6 Precio de la capacidad de generación “The Overnight Cost”

Teniendo el conocimiento de la capacidad y el tipo de la tecnología que es necesaria para la generación de energía requerida de una planta, es natural preguntarse cual es el precio de ésta [\$/KWh]. El costo por capacidad de generación (The overnight cost), es el costo de inversión por KW instalado de una planta. [11]

Se tiene que tomar en cuenta que el costo del combustible siempre debe ser considerado cuando se evalúan alternativas de generación, ya que de éste depende la operación de la planta y del costo medio de la energía

### 4.6.1 Energía generada [kWh]

$$Eg = Capacidad * 1000 * 730 * fc \quad \text{Ec.4.14}$$

Donde:

*Eg*: Energía generada

*Capacidad*: Capacidad instalada de la planta

*730*: Horas del mes

*fc*: Factor carga-planta

### 4.6.2 Costo medio de la energía (CME) [11]

El costo medio de la energía representa el requerimiento mínimo por KWh para cubrir la inversión y el costo del combustible, esta cantidad depende del factor de carga-planta (*fc*), el cual es la fracción de tiempo en que una planta se encuentra generando energía.

El costo medio de la energía se puede calcular de la siguiente manera:

$$CME = CF_{TOTAL} + CV_{TOTAL} \quad \text{Ec. 4.15}$$

# CAPITULO 5

## 5.1 Proyecto de Autoabastecimiento

Ya se definió el concepto de autoabastecimiento en el capítulo 3 (sección 3.4); sin embargo, para fines del proyecto que a continuación se desarrollará es importante mencionar algunos puntos esenciales que dicta la constitución en el artículo 36.

### Capítulo V

#### Del suministro de energía eléctrica

**Artículo 36.** La Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, considerando los criterios y lineamientos de la política energética nacional y oyendo la opinión de la Comisión Federal de Electricidad, otorgará permisos de autoabastecimiento, de cogeneración, de producción independiente, de pequeña producción o de importación de energía eléctrica, según se trate, en las condiciones señaladas para cada caso.

- I. De autoabastecimiento de energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de personas físicas o morales, siempre que no resulte inconveniente para el país o juicio de la Secretaría de Energía, Minas e Industrial Paraestatal. Para el otorgamiento del permiso, se estará a lo siguiente:
  - a) Cuando sean varios los solicitantes para fines de autoabastecimiento a partir de una central eléctrica, tendrán el carácter de copropietarios de la misma o constituirán al efecto una sociedad cuyo objeto sea la generación de energía eléctrica para satisfacción del conjunto de las necesidades de autoabastecimiento de sus socios. La sociedad permissionaria no podrá entregar energía eléctrica a terceras personas físicas o morales que no fueren socios de la misma al aprobarse el proyecto original que incluya planes de expansión, excepto cuando se autorice la cesión de derechos o la modificación de dichos planes; y
  - b) Que le solicitante ponga a disposición de CFE sus excedentes de producción de energía eléctrica, en los términos del artículo 36-Bis

De esta manera, el proyecto de autoabastecimiento se analiza como sigue.

#### 5.1.1 Definición del proyecto

De acuerdo a la sección del Sector Privado (sección 3.4), el autoabastecimiento, es la producción de energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de las personas físicas o morales que la producen. Aprovechando este concepto, en las siguientes páginas, se desarrollará un proyecto de autoabastecimiento real, este proyecto está destinado específicamente para producir y suministrar electricidad para una carga de servicio para alumbrado público.

## 5.1.2 Objetivo del proyecto

El objetivo de este proyecto, es principalmente buscar la factibilidad y la aplicación real en el ahorro de la facturación de una carga de iluminación. Esta búsqueda de ahorro es muy buena oportunidad, ya que el sistema tarifario que aplica actualmente la empresa suministradora (CFE), es constante, es decir, no es un sistema de tarifas que se aplique con horarios determinados; con base en esto, el autoabastecimiento puede ser una buena solución para ahorrar una cantidad considerable de dinero.

## 5.2 Servicio para alumbrado público

Actualmente, las *tarifas 5 y 5A*, son las tarifas con las que cuenta la Comisión Federal de Electricidad para el servicio de alumbrado público. La *tarifa 5* es la que se aplica para el proyecto según los recibos de consumo de la carga.

### 5.2.1 Tarifa 5

#### 5.2.1.1 Aplicación

Esta tarifa sólo se aplica al suministro de energía eléctrica para el servicio de semáforos, alumbrado y alumbrado ornamental por temporadas, de calles, plazas, parques y jardines públicos. Esta tarifa solo aplica en las zonas conurbadas del Distrito Federal, Monterrey y Guadalajara, definiéndose éstas como las señaladas en la Segunda Resolución de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, que reforma y adiciona a la que establece reglas generales y otras disposiciones de carácter fiscal para el año de 1989, en su regla 81-A, y en al Cuarta Resolución que reforma, adiciona y deroga algunas disposiciones de la que establece reglas generales y otras disposiciones de carácter fiscal para el año de 1989, publicadas en el Diario Oficial de la Federación, los días 2 de mayo y 26 de junio de 1989, respectivamente.[3]

#### 5.2.1.2 Horario de aplicación

El horario de aplicación de esta tarifa es desde el anochecer hasta el amanecer del día siguiente, excepto el servicio a semáforos; o el que se establezca en los convenios que en cada caso suscriban las partes contratantes. [3]

#### 5.2.1.3 Cargo por la energía consumida en los servicios suministrados en media y baja tensión para los años 2004 y 2005

Año 2004

Tensión	Dic-2003	Enc.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Media	1.483	1.490	1.497	1.504	1.511	1.519	1.526	1.533	1.541	1.548	1.556	1.563	1.571
Baja	1.860	1.773	1.782	1.790	1.800	1.809	1.817	1.826	1.835	1.844	1.853	1.862	1.871



Año 2005

Tensión	Dic-2004	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Media	1.571	1.578	1.586	1.594	1.601	1.609	1.617	1.625	1.633	1.640	1.648	1.656	1.664
Baja	1.871	1.880	1.889	1.898	1.907	1.916	1.926	1.935	1.944	1.954	1.963	1.973	1.982

**Tabla 5.1**

Para el proyecto que se analizará mas adelante, los cargos que se tomarán en cuenta son lo que corresponden a media tensión.

**5.2.1.4 Consumo mínimo mensual**

La cantidad que resulte de aplicar las cuotas correspondientes al consumo equivalente a 4 horas diarias del servicio de la demanda contratada. [3]

**5.2.1.5 Medición de consumo de energía**

Normalmente se medirán los consumos de energía, aunque en los contratos respectivos se establecerán el o los procedimientos para determinar el consumo de energía, de acuerdo con las características en que se efectúe el suministro del servicio y de conformidad con las normas aplicables. [3]

**5.2.1.6 Demanda por contratar**

La demanda por contratar corresponderá al 100% de la carga conectada. Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo. [3]

**5.2.1.7 Reposición de lámparas**

El prestador del servicio deberá reponer las lámparas, los aparatos y materiales accesorios que requiera la operación de las mismas. Tratándose de alumbrado público, cuando el suministrador esté de acuerdo en tomar a su cargo la reposición de las lámparas, se fijará en los contratos la forma para el cobro de los gastos que origine este servicio adicional al del suministro de energía. [3]

**5.2.1.8 Depósito de garantía**

Será 4 veces el mínimo mensual aplicable.

**Nota:** Se continuará con la aplicación de un factor de ajuste mensual acumulativo de 1.00483 establecido en el ARTÍCULO SEGUNDO de acuerdo a lo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17 de Enero del 2003. En todos los casos, los ajustes mensuales serán aplicados a partir del día primero de cada mes. [3]

**5.2.1.9 ARTICULO SEGUNDO.-** Se continuará con la aplicación con la aplicación de un factor de ajuste mensual acumulativo a los cargos de las tarifas para servicio doméstico (1, 1A, 1C, 1D, 1E y 1F), para el servicio de alumbrado público (5 y 5A) y para el servicio de bombeo de aguas negras y potables (6). [3]

### **5.3 Desarrollo del proyecto**

#### **5.3.1 Obtención de KW's necesarios para satisfacer la carga**

Para determinar los KW's necesarios para satisfacer a la carga, se recurrió directamente a la observación de los planos donde aparecen completamente los circuitos que se les requiere suministrar energía eléctrica. Al sumar cada una de las demandas de cada uno de los circuitos presentes, entonces esos son los KW's necesarios que demanda la carga total.

Estos circuitos se describen a continuación:

##### *Circuito No 1*

TABLERO DE ALUMBRABO DE 18 POLOS PARA OPERAR EN 480 V 3F, 4H, MAS TIERRA TIPO NEHB MCA: SQD.

TABLERO CAT: NHEB18429-1CU C/INT PPAL 100 AMPS: TIPO NEHB1MW  
10 INT DERIVADOS

WATTS TOTALES: 28, 932 WATTS

##### *Circuito No 2*

TABLERO DE ALUMBRABO DE 18 POLOS PARA OPERAR EN 480 V 3F, 4H, MAS TIERRA TIPO NEHB MCA: SQD.

TABLERO CAT: NHEB18429-1CU C/INT PPAL 100 AMPS: TIPO NEHB1MW  
10 INT DERIVADOS

WATTS TOTALES: 15, 544 WATTS

##### *Circuito No. 3*

TABLERO DE ALUMBRABO DE 30 POLOS PARA OPERAR EN 480 V 3F, 4H, MAS TIERRA TIPO NEHB MCA: SQD.

TABLERO CAT: NHEB30435-2CU C/INT PPAL 150 AMPS: TIPO NEHB2MW  
25 INT DERIVADOS

WATTS TOTALES: 64, 544 WATTS

Sumando cada una de las demandas, los watts totales son: 109, 020 watts ó 109.020 KW.

### 5.3.2 Selección de la planta de generación diesel

De acuerdo a los KW's totales necesarios para satisfacer la demanda, se seleccionó una máquina adecuada para esta demanda.

### 5.3.3 Características de la planta eléctrica seleccionada

Planta eléctrica diesel de 100 KW continuos marca FG Wilson modelo P110E1SA diesel marca perkins 480/277 Vca 60 hz, 3 fases, 4 hilos automática, integrada con tablero de transferencia ASCOMATIC serie 300, 200 amperes de capacidad y con caseta acústica interperie.

Fotografía de la planta eléctrica

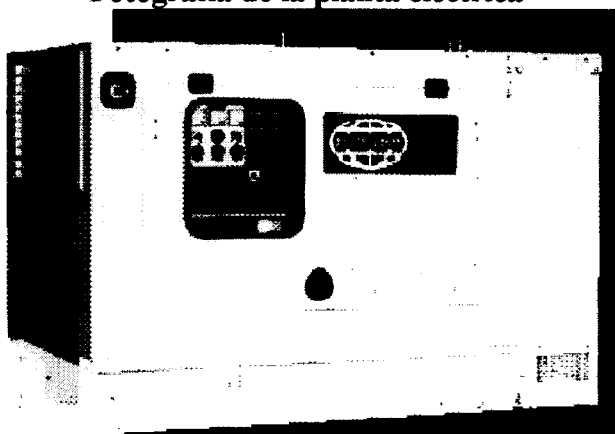


Figura 5.1

A continuación se presenta una tabla con características técnicas de la planta:

Características de la Planta							
Tecnología	Capacidad Instalada (KW)	Costo del KW Instalado (\$/KW)	Factor de Carga-Planta Típico	Eficiencia $\eta$ (%)	Heat Rate HR (BTU/KWh)	Fuel Cost FC1 (\$/MWh)	Fuel Cost FC2 (\$/MWh)
Diesel	100	290	0.75	35	9770	8.00	77.989

Tabla 5.2

Cada uno de los valores de la tabla 5.2 son importantes, pero en especial, los que se refieren al costo del combustible por MWh. Estos costos son los que se utilizarán durante la ingeniería económica del proyecto.

### 5.3.4 Ingeniería económica del proyecto

De acuerdo a los conceptos del capítulo 4, a continuación se presentarán varias tablas que muestran el comportamiento financiero que tendrá el proyecto. En este análisis estarán incluidos algunos conceptos como inversión inicial, tasa de interés mensual, interés

anual, mensualidad, costos fijos y variables por concepto de operación y mantenimiento, costos fijos y variables por concepto de combustible, costo medio de la energía y finalmente el ahorro por cada kWh generado por la planta eléctrica en comparación con el costo por cada kWh que factura CFE.

Es importante mencionar que cada una de las cantidades que se presentarán en toda la ingeniería del proyecto no incluyen ningún tipo de impuesto; es decir, impuestos como el IVA, ISR u IEPS, el último es sólo válido para el combustible.

A continuación se presenta una tabla que contiene algunos conceptos de los que se mencionaron anteriormente:

#### Ingeniería Económica

Tecnología	Inversión (dls)	Tiempo	Tiempo	Interés	Interés	Mensualidad (dls)
		Estimado Recup. (años)	Estimado Recup. (meses)	Mensual (%)	anual (%)	
Diesel	\$ 28,648.82	2	24	0.0150	18%	\$ 1,430.54
Diesel	\$ 28,648.82	3	36	0.0150	18%	\$ 1,036.01
Diesel	\$ 28,648.82	4	48	0.0150	18%	\$ 841.86

Tabla 5.3

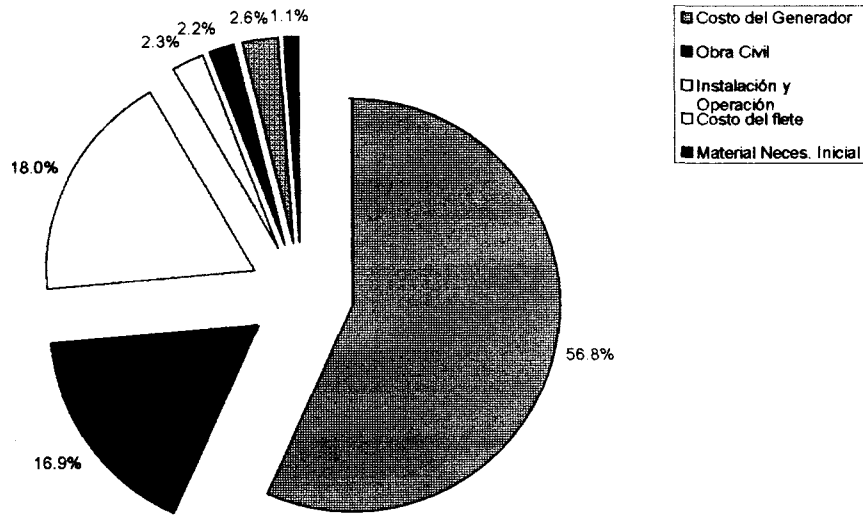
La inversión inicial del proyecto se puede ver desglosada como aparece a continuación:

Inversión Inicial	Costo [US\$]	Costo [S]
<i>Costo del Generador</i>	\$16,267.00	\$188,046.52
<i>Obra Civil</i>	\$4,854.36	\$56,116.40
<i>Instalación y Operación</i>	\$5,163.28	\$59,687.52
<i>Costo del flete</i>	\$662.00	\$7,652.72
<i>Material Neces. Inicial</i>	\$627.58	\$7,254.82
<i>Tanque extra de comb.</i>	\$750.00	\$8,670.00
<i>Primera carga de comb.</i>	\$324.65	\$3,752.95
<b>Total</b>	\$28,648.87	\$331,180.94

Tabla 5.4 (Costos reales)

Este total es la inversión que aparece en la tabla 5.3, misma con la que se puede calcular la mensualidad necesaria para recuperar esta inversión, la cual también depende del tiempo estimado de recuperación y del interés mensual que este vigente. A partir de este tiempo de recuperación, la mensualidad ahora se convierte en ganancia, la cual se puede repartir en los costos por operación y mantenimiento, en el combustible y en otros costos diversos.

### Costos de Inversión Inicial



**Gráfica 5.1**

La gráfica 5.1, solo muestra gráficamente los porcentajes de cada uno de los costos de la inversión inicial que aparecen en la tabla 5.4. Nótese que el mayor porcentaje de los costos de inversión corresponden al costo de la planta generadora y la obra civil. Sin embargo, de acuerdo a las características de la planta que se recomienda en este proyecto de tesis, no es necesaria la obra civil para proteger a la máquina, ya que ésta tiene una caseta interperie.

### 5.3.4.1 Energía Generada

Según la ecuación 4.14; la energía mensual generada por la planta diesel depende del factor carga-planta al cual este trabajando.

A continuación se muestra una tabla mostrando estos valores de generación:

<b>Energía Generada</b>	
<b>Factor de Carga-Planta</b>	<b>Energía Mensual Diesel</b>
0.00	0
0.05	3650
0.10	7300
0.15	10950
0.20	14600
0.25	18250
0.30	21900
0.35	25550
0.40	29200
0.45	32850
0.50	36500
0.55	40150
0.60	43800
0.65	47450
0.70	51100
0.75	54750
0.80	58400
0.85	62050
0.90	65700
0.95	69350
1.00	73000

Tabla 5.5

### 5.3.4.2 Costos fijos y variables por concepto del combustible e inversión inicial

Según la ecuación 4.15, el costo medio de la energía depende de los costos variables y fijos totales, los cuales implican los costos por concepto del combustible y por concepto de operación y mantenimiento.

Primeramente, se presentará una tabla de los costos fijos por concepto de la inversión inicial:

**Costos fijos por concepto de la inversión inicial a 2, 3 y 4 años**

Costo fijo, FC (US\$/KWh)		Costo fijo, FC (US\$/KWh)		Costo fijo, FC (US\$/KWh)	
Factor de Carga-Planta	Diesel Mensualidad a	Factor de Carga-Planta	Diesel Mensualidad a	Factor de Carga-Planta	Diesel Mensualidad a
	2 años		3 años		4 años
0.05	\$ 0.39193	0.05	\$ 0.28384	0.05	\$ 0.23065
0.10	\$ 0.19596	0.10	\$ 0.14192	0.10	\$ 0.11532
0.15	\$ 0.13064	0.15	\$ 0.09461	0.15	\$ 0.07688
0.20	\$ 0.09798	0.20	\$ 0.07096	0.20	\$ 0.05766
0.25	\$ 0.07839	0.25	\$ 0.05677	0.25	\$ 0.04613
0.30	\$ 0.06532	0.30	\$ 0.04731	0.30	\$ 0.03844
0.35	\$ 0.05599	0.35	\$ 0.04055	0.35	\$ 0.03295
0.40	\$ 0.04899	0.40	\$ 0.03548	0.40	\$ 0.02883
0.45	\$ 0.04355	0.45	\$ 0.03154	0.45	\$ 0.02563
0.50	\$ 0.03919	0.50	\$ 0.02838	0.50	\$ 0.02306
0.55	\$ 0.03563	0.55	\$ 0.02580	0.55	\$ 0.02097
0.60	\$ 0.03266	0.60	\$ 0.02365	0.60	\$ 0.01922
0.65	\$ 0.03015	0.65	\$ 0.02183	0.65	\$ 0.01774
0.70	\$ 0.02799	0.70	\$ 0.02027	0.70	\$ 0.01647
0.75	\$ 0.02613	0.75	\$ 0.01892	0.75	\$ 0.01538
0.80	\$ 0.02450	0.80	\$ 0.01774	0.80	\$ 0.01442
0.85	\$ 0.02305	0.85	\$ 0.01670	0.85	\$ 0.01357
0.90	\$ 0.02177	0.90	\$ 0.01577	0.90	\$ 0.01281
0.95	\$ 0.02063	0.95	\$ 0.01494	0.95	\$ 0.01214
1.00	\$ 0.01960	1.00	\$ 0.01419	1.00	\$ 0.01153

**Tabla 5.6**

Es importante observar que el precio del kWh varía dependiendo del valor de la mensualidad que se calculó de acuerdo al tiempo estimado de recuperación. El costo del kWh va disminuyendo conforme se va aumentando el tiempo estimado de recuperación de la inversión inicial; pero también varía de acuerdo al factor carga-planta. Notablemente el costo del kWh es mucho menor cuando el tiempo estimado de recuperación son cuatro años o más de este tiempo.

Ahora se presenta una tabla del costo variable por concepto del combustible:

**Costo variable por concepto del combustible**

<b>Costo fijo, CV (US\$/KWh)</b>	
<b>Tecnología</b>	<b>Costo Variable VC (US\$/KWh)</b>
<b>Diesel</b>	0.0780

**Tabla 5.7**

Este costo es el resultado del heat rate y eficiencia de la planta diesel, además del precio del combustible según la canasta de combustibles que publica la Comisión Federal de Electricidad. Este costo se podría suponer constante si y solo si, el precio del diesel no fuera tan variante.

**5.3.4.3 Costos fijos y variables por concepto de operación y mantenimiento**

En la sección anterior, ya se tomaron en cuenta dos partes importantes para obtener los costos de generación, los costos por concepto de inversión y por concepto de combustible. Ahora, en esta sección se presentará la última parte, la cual corresponde a los costos por concepto de operación y mantenimiento.

Se tiene los siguientes datos:

**Costos fijos y variables de operación y mantenimiento**

<b>Costo fijos</b>	\$ 175.816	
<b>Factor de usos propios</b>	3%	
<b>Capacidad Instalada</b>	100	Kw
<b>Horas mes</b>	730.08	Hrs

**Tabla 5.8**



Cabe señalar que en la tabla 5.8 no están incluidos los costos variables, ya que estos son muy pequeños o despreciables; sin embargo siempre hay que tomarlos en cuenta; y a manera de un factor de riesgo o seguridad, los costos finales (US\$/kWh) por concepto de operación y mantenimiento se multiplicaron por un factor de dos.

A continuación aparece una tabla, la cual muestra los costos por kWh finales.

**Costo del kWh por concepto de operación y mantenimiento**

<b>Costo fijo, FC (US\$/KWh)</b>	
<b>Factor de Carga-Planta</b>	<b>Costo por Operación y Mantenimiento</b>
0.00	0.00000
0.05	0.09931
0.10	0.04965
0.15	0.03310
0.20	0.02483
0.25	0.01986
0.30	0.01655
0.35	0.01419
0.40	0.01241
0.45	0.01103
0.50	0.00993
0.55	0.00903
0.60	0.00828
0.65	0.00764
0.70	0.00709
0.75	0.00662
0.80	0.00621
0.85	0.00584
0.90	0.00552
0.95	0.00523
1.00	0.00497

**Tabla 5.9**

### 5.3.5 Costo medio de la energía generada final (CME) por la planta diesel

El costo de un kWh hora esta formado principalmente por tres factores muy importantes:

1. Inversión inicial
2. Combustible
3. Operación y mantenimiento

Todos estos factores ya se cubrieron en la sección anterior. Ahora, según la ecuación 4.15, con el concepto de costo medio de la energía, el cual encierra los tres factores mencionados anteriormente, se puede saber cuanto valdrá el kWh para la carga final.

A continuación se presentarán unas tablas que muestran el costo final de la energía generada (US\$/kWh) por la planta diesel.

**CME final generada por la planta diesel**

<b>Factor de Carga-Planta</b>	<b>CME FINAL [\$/kWh] 2 años</b>	<b>CME FINAL [\$/kWh] 3 años</b>	<b>CME FINAL [\$/kWh] 4 años</b>
0.05	\$ 6.54608	\$ 5.30303	\$ 4.69132
0.10	\$ 3.72147	\$ 3.09995	\$ 2.79409
0.15	\$ 2.77994	\$ 2.36559	\$ 2.16169
0.20	\$ 2.30917	\$ 1.99841	\$ 1.84548
0.25	\$ 2.02671	\$ 1.77810	\$ 1.65576
0.30	\$ 1.83840	\$ 1.63123	\$ 1.52928
0.35	\$ 1.70390	\$ 1.52632	\$ 1.43893
0.40	\$ 1.60302	\$ 1.44764	\$ 1.37118
0.45	\$ 1.52456	\$ 1.38644	\$ 1.31847
0.50	\$ 1.46179	\$ 1.33749	\$ 1.27631
0.55	\$ 1.41043	\$ 1.29743	\$ 1.24182
0.60	\$ 1.36764	\$ 1.26405	\$ 1.21307
0.65	\$ 1.33142	\$ 1.23580	\$ 1.18875
0.70	\$ 1.30038	\$ 1.21159	\$ 1.16790
0.75	\$ 1.27348	\$ 1.19061	\$ 1.14983
0.80	\$ 1.24994	\$ 1.17225	\$ 1.13402
0.85	\$ 1.22918	\$ 1.15605	\$ 1.12007
0.90	\$ 1.21071	\$ 1.14166	\$ 1.10767
0.95	\$ 1.19420	\$ 1.12877	\$ 1.09658
1.00	\$ 1.17933	\$ 1.11718	\$ 1.08659

**Tabla 5.10**

De acuerdo a la tabla 5.10, se puede observar que el costo final del kWh varía dependiendo del tiempo estimado de recuperación de la inversión y del facto carga-planta. Nótese que el costo del final del kWh es mucho menor en la columna correspondiente al tiempo estimado de recuperación de 4 años a un factor de carga-planta de 1, con un costo de \$1.08659 pesos. Todos estos costo medio de energía son del mes de Junio del 2004.

Cabe mencionar que ahora los costos están en pesos, se utilizó un tipo de cambio del dólar a la venta publicado oficialmente en el momento del cálculo (\$11.55/USD). Por tal motivo es importante destacar que estos costos variarán forzosamente con la fluctuación de los pesos por cada dólar.

### 5.3.6 Ahorro logrado con la planta generadora diesel

Una vez que se tiene el CME, entonces, ahora si se puede comparar este costo con el costo del kWh de la Tarifa 5 de CFE, con la que actualmente se factura la carga de iluminación que se analiza en este capítulo.

A continuación se presentarán unas tablas en la que se comparan el costo por kWh de CFE y de la planta diesel para diferentes tiempos estimados de recuperación de la inversión inicial y diferentes factores de carga planta.

<b>Ahorro Total [\$/kWh] a 2 años</b>			
<b>Factor de Carga-Planta</b>	<b>Costo CFE Mayo 2004</b>	<b>Costo Generador Diesel</b>	<b>Ahorro Efectivo \$</b>
0.05	\$ 1.52	\$ 6.54608	-5.026
0.10	\$ 1.52	\$ 3.72147	-2.201
0.15	\$ 1.52	\$ 2.77994	-1.260
0.20	\$ 1.52	\$ 2.30917	-0.789
0.25	\$ 1.52	\$ 2.02671	-0.507
0.30	\$ 1.52	\$ 1.83840	-0.318
0.35	\$ 1.52	\$ 1.70390	-0.184
0.40	\$ 1.52	\$ 1.60302	-0.083
0.45	\$ 1.52	\$ 1.52456	-0.005
0.50	\$ 1.52	\$ 1.46179	0.058
0.55	\$ 1.52	\$ 1.41043	0.110
0.60	\$ 1.52	\$ 1.36764	0.152
0.65	\$ 1.52	\$ 1.33142	0.189
0.70	\$ 1.52	\$ 1.30038	0.220
0.75	\$ 1.52	\$ 1.27348	0.247
0.80	\$ 1.52	\$ 1.24994	0.270
0.85	\$ 1.52	\$ 1.22918	0.291
0.90	\$ 1.52	\$ 1.21071	0.309
0.95	\$ 1.52	\$ 1.19420	0.326
1.00	\$ 1.52	\$ 1.17933	0.341

**Tabla 5.11**

Nótese que el ahorro efectivo por cada kWh que se muestra en la tabla 5.11 sólo corresponde al mes de Mayo de 2004, ya que recuerde que la tarifa 5 cambia su valor mes con mes de acuerdo a un valor de ajuste (ver la sección 5.2.1.3). También es importante observar que el ahorro efectivo se logra a partir de un factor de carga-planta de 0.50 con un ahorro de 0.058 pesos, pero va aumentando conforme el factor de carga-planta se acerca al valor de la unidad ( $fc=1.00$ ).

<b>Ahorro Total [\$/Kwh] a 3 años</b>			
<b>Factor de Carga-Planta</b>	<b>Costo CFE Junio 2004</b>	<b>Costo Generador Diesel</b>	<b>Ahorro Efectivo</b>
0.05	\$ 1.528	\$ 5.30303	-3.77503
0.10	\$ 1.528	\$ 3.09995	-1.57195
0.15	\$ 1.528	\$ 2.36559	-0.83759
0.20	\$ 1.528	\$ 1.99841	-0.47041
0.25	\$ 1.528	\$ 1.77810	-0.25010
0.30	\$ 1.528	\$ 1.63123	-0.10323
0.35	\$ 1.528	\$ 1.52632	0.00168
0.40	\$ 1.528	\$ 1.44764	0.08036
0.45	\$ 1.528	\$ 1.38644	0.14156
0.50	\$ 1.528	\$ 1.33749	0.19051
0.55	\$ 1.528	\$ 1.29743	0.23057
0.60	\$ 1.528	\$ 1.26405	0.26395
0.65	\$ 1.528	\$ 1.23580	0.29220
0.70	\$ 1.528	\$ 1.21159	0.31641
0.75	\$ 1.528	\$ 1.19061	0.33739
0.80	\$ 1.528	\$ 1.17225	0.35575
0.85	\$ 1.528	\$ 1.15605	0.37195
0.90	\$ 1.528	\$ 1.14166	0.38634
0.95	\$ 1.528	\$ 1.12877	0.39923
1.00	\$ 1.528	\$ 1.11718	0.41082

**Tabla 5.12**

En la tabla 5.12 se muestra las mismas características que en la tabla 5.11, pero la diferencia que en la tabla 5.12 se muestra un ahorro por cada kWh cuando el tiempo estimado de recuperación de la inversión inicial es de 3 años. Obsérvese que ahora el ahorro comienza a un factor de carga-planta de 0.30. Cabe mencionar que los números negativos en las dos tablas anteriores indican la inexistencia del ahorro. También es importante hacer notar que en la tabla anterior se muestra el ahorro para el mes de Junio de 2004 por eso el costo de la tarifa 5 es diferente. Por eso, la diferencia del mes y el costo de la tarifa afecta en que factor de carga-planta puede empezar un ahorro positivo.

<b>Ahorro Total [\$/Kwh] a 4 años</b>			
<b>Factor de Carga-Planta</b>	<b>Costo CFE Julio 2004</b>	<b>Costo Generador Diesel</b>	<b>Ahorro Efectivo</b>
0.05	\$ 1.535	\$ 4.69132	-3.15632
0.10	\$ 1.535	\$ 2.79409	-1.25909
0.15	\$ 1.535	\$ 2.16169	-0.62669
0.20	\$ 1.535	\$ 1.84548	-0.31048
0.25	\$ 1.535	\$ 1.65576	-0.12076
0.30	\$ 1.535	\$ 1.52928	0.00572
0.35	\$ 1.535	\$ 1.43893	0.09607
0.40	\$ 1.535	\$ 1.37118	0.16382
0.45	\$ 1.535	\$ 1.31847	0.21653
0.50	\$ 1.535	\$ 1.27631	0.25869
0.55	\$ 1.535	\$ 1.24182	0.29318
0.60	\$ 1.535	\$ 1.21307	0.32193
0.65	\$ 1.535	\$ 1.18875	0.34625
0.70	\$ 1.535	\$ 1.16790	0.36710
0.75	\$ 1.535	\$ 1.14983	0.38517
0.80	\$ 1.535	\$ 1.13402	0.40098
0.85	\$ 1.535	\$ 1.12007	0.41493
0.90	\$ 1.535	\$ 1.10767	0.42733
0.95	\$ 1.535	\$ 1.09658	0.43842
1.00	\$ 1.535	\$ 1.08659	0.44841

**Tabla 5.13**

En la tabla 5.13 se muestra el ahorro por kWh, pero ahora el tiempo de recuperación de la inversión inicial es de 4 años, es decir, la mensualidad es mucho menor, tal y como se puede ver en la tabla 5.3. Pero también observe que ahora el ahorro ya cambio para el mes de Julio de 2004 y este ahorro ahora comienza en factor de carga planta de 0.25, 0.05 unidades menos que la tabla pasada, lo cual se debe al tiempo de la recuperación de la inversión y la diferencia del mes y el costo de la tarifa.

Este mismo análisis se podría hacer para cada mes de cualquier año, pero esto implicaría mostrar muchas tablas como las que se ilustran anteriormente. Lo importante de las tablas mostradas en esta sección, es observar que realmente existe un ahorro por cada kWh generado con la planta diesel. Sin embargo, también es importante ver algunos indicadores económicos sobre este proyecto de autoabastecimiento, los cuales confirmarán o desaprobarán esta aplicación. De tal manera que, para mostrar estos indicadores, en ingeniería económica se realizan flujos de efectivo.

### 5.3.7 Flujos de efectivo

Para realizar un flujo de efectivo correctamente, es necesario observar anual o mensualmente la facturación de la carga, y con base en ello, comparar el antes y el después; es decir, como es actualmente la facturación de la carga de iluminación (con la compañía de CFE) y como será cuando la planta generadora diesel este conectada. En esta comparación se verá reflejado el ahorro que quiere como objetivo. Generalmente se hacen algunas estimaciones a varios años a futuro, lo cual da una idea del comportamiento económico que tendrá el proyecto.

En la siguiente tabla se mostrará una estimación de la facturación de la carga para los años 2004-2013.

**Facturación anual y mensual para los años 2004-2013 (CFE)**

Tarifa 5		Año				
		1 2004	2 2005	3 2006	4 2007	5 2008
Energía Total	[kWh]	73008	73008	73008	73008	73008
Demanda Total	[kW]	100	100	100	100	100
<b>Costo Total Anual</b>	[S]	\$1,367,154.63	\$1,448,534.19	\$1,534,757.86	\$1,626,113.96	\$1,722,908.02
<b>Prom. Mensual</b>	[S]	\$113,929.55	\$120,711.18	\$127,896.48	\$135,509.49	\$143,575.66
<b>Prom. Mensual con IVA</b>	[S]	\$131,018.98	\$138,817.86	\$147,080.96	\$155,835.92	\$165,112.01

	Año				
	6 2009	7 2010	8 2011	9 2012	10 2013
Energía Total	73008	73008	73008	73008	73008
Demanda Total	100	100	100	100	100
Costo Total Anual	\$1,825,463.72	\$1,934,124.02	\$2,049,252.31	\$2,171,233.58	\$2,437,411.04
Prom. Mensual	\$152,121.97	\$161,177.00	\$170,771.02	\$180,936.13	\$191,706.31
Prom. Mensual con IVA	\$174,940.27	\$185,353.55	\$196,386.68	\$208,076.55	\$220,462.26

**Tabla 5.14**

Es importante mencionar que, los costos que se muestran en la tabla anterior, toman en cuenta el factor de ajuste mensual para la tarifa 5 y también esta incluido un cargo de facturación por medición en baja tensión. Pero también se puede observar que en el último renglón se muestran las cantidades finales de facturación con el IVA incluido (15%). Hay que recordar que la facturación total correspondiente al promedio mensual, corresponde a la carga total, es decir los 100 kW completos o los 73008 kWh.

Mas adelante se mostrará el flujo de efectivo que compara la facturación de CFE con la de la planta generadora diesel para 20 hrs continuas, ya que las 4 horas restantes del día, como quiera se tiene que pagar a CFE, se utilicen o no.

Antes de mostrar el flujo de efectivo que se tendría si se tuviera instalada la planta generadora diesel, se mostrarán algunos costos de autogeneración, y una tabla que mostrará un pronóstico sobre el precio del diesel en los años 2005-2013.

<b>Capacidad</b>	<b>[KW]</b>	100
<b>Precio del diesel</b>	<b>[\$]</b>	\$5.080
<b>Beneficio del IEPS</b>	<b>[%]</b>	22.24%
<b>Beneficio de IVA</b>	<b>[%]</b>	15%
<b>Beneficio de impuestos</b>	<b>[%]</b>	37.24%
<b>LHV del diesel</b>	<b>[BTU/lb]</b>	42780
<b>Densidad del diesel</b>	<b>[g/l]</b>	905
<b>Litros Mensuales</b>	<b>[l]</b>	19541.808

**Tabla 5.15**

<b>% IEPS por litro</b>	\$ 0.7620
<b>% IVA por litro</b>	\$ 1.1298
<b>Suma impuestos</b>	\$ 1.8918
<b>Precio del diesel</b>	
<b>con el beneficio</b>	\$ 3.188208

**Tabla 5.16**

En la tabla 5.15 se muestra algunos datos referentes al litro de diesel, como lo es el precio del litro sin los impuestos, y el porcentaje de los impuestos implícitos en este costo (en forma desglosada). Hay que recordar que estos porcentajes de los impuestos son los que están rigiendo hasta la fecha (Julio 2004). También observe la cantidad de litros mensuales, la cual es obtenida de acuerdo a las horas necesarias para satisfacer la carga y al factor de carga-planta máximo que se puede obtener de la máquina.

Ahora en la tabla 5.16 se muestran las cantidades desglosadas en pesos correspondientes a los impuestos de IEPS e IVA, así como la suma de los mismos, esta cantidad sumada resulta en \$ 1.8918, la cual se le resta al costo original del litro de diesel, quedando finalmente a \$ 3.188208 (Costo a Julio 2004). Con este costo final, se realizan los cálculos para el flujo de efectivo correspondientes a los costos de autogeneración. Sin embargo, estas cantidades se utilizaron solamente para el primer año, correspondiente a 2004.

Para el cálculo de efectivo de flujo de los años 2005-2013 con la planta generadora diesel, se utilizó la siguiente tabla que muestra un avance futurista del precio del litro del combustible.

<b>2005</b>	\$ 3.3476	\$ 5.2394
<b>2006</b>	\$ 3.4815	\$ 5.3733
<b>2007</b>	\$ 3.6208	\$ 5.5126
<b>2008</b>	\$ 3.7656	\$ 5.6574
<b>2009</b>	\$ 3.9162	\$ 5.8080
<b>2010</b>	\$ 4.0729	\$ 5.9647
<b>2011</b>	\$ 4.2358	\$ 6.1276
<b>2012</b>	\$ 4.4052	\$ 6.2970
<b>2013</b>	\$ 4.5814	\$ 6.4732

**Tabla 5.17**

Al igual que para todas las tablas anteriores, es importante mencionar que los costos que aparecen en la tabla 5.17 no incluyen los impuestos de IEPS e IVA. Pero hay que recordar que el impuesto del IEPS (impuesto especial sobre producción y servicios) solo se aplica al combustible (ver Anexo E para mas detalles). Sin embargo se muestra una columna donde el costo por litro de diesel, ya tiene incluidos estos impuestos

Para hacer un poco más entendible como sería la facturación al cliente estando la carga conectada a la planta de generación diesel, se analizará la facturación mensual promedio para este año en curso 2004.

**Facturación al cliente para el año 2004**

<b>Mantenimiento</b>	<b>[\$]</b>	<b>\$ 3,632.4330</b>	<b>IVA cliente</b>	<b>\$ 11,350.1498</b>
<b>Costo Combustible</b>	<b>[\$]</b>	<b>\$ 62,303.3486</b>	<b>IVA Acreditable</b>	<b>\$ 9,890.3672</b>
<b>Mensualidad máquina</b>	<b>[\$]</b>	<b>\$ 9,731.88</b>	<b>IVA x pagar</b>	<b>\$ 1,459.7826</b>
<b>Total</b>	<b>[\$]</b>	<b>\$ 75,667.6652</b>		
<b>IVA gobierno</b>	<b>[\$]</b>	<b>\$ 11,350.1498</b>		
<b>IEPS acreditable</b>	<b>[\$]</b>	<b>\$ 13,856.2647</b>		
<b>Total</b>	<b>[\$]</b>	<b>\$ 100,874.0797</b>		

**Tabla 5.18**

En la tabla 5.18 se pueden observar todas las cantidades que estas incluidas en la facturación, entre las mas importantes están: El propio costo del combustible y la mensualidad de la máquina; hay que recordar que el valor de esta última, depende del tipo de financiamiento, en este caso, esta cantidad corresponde a un financiamiento para 4 años.

Obsérvese también que en la cantidad total de facturación están incluidos los impuestos correspondientes, tanto el IVA como el IEPS. Debido a que el impuesto del IEPS se traslada directamente al cliente, este no se toca en las operaciones contables. Esto no pasa con el IVA, por eso en la sección de IVAS de la tabla 5.18 se desglosa el IVA del cliente y el IVA acreditable, después se restan estas dos cantidades y resulta un IVA por pagar. Esta cantidad es la que se le pagaría en el correspondiente ejercicio fiscal.

La cantidad final de facturación mensual promedio con impuestos incluidos para el año 2004 quedaría en \$100, 864.3984. Es importante destacar que esta cantidad corresponde a 20 horas de generación continua y la cantidad que se compararía con la facturación de CFE. Más adelante se mostrará una tabla que compara estas dos cantidades, para después revelar el ahorro de la facturación



**Facturación mensual promedio para los años 2004-2013 de CFE dividida en dos bloques, 4 hrs obligatorias y las 20 hrs restantes.**

		Año				
		1	2	3	4	5
		2004	2005	2006	2007	2008
<b>Energía generada 4 hrs obl.</b>	[kWh]	12168	12168	12168	12168	12168
<b>Costo de 4 hrs.</b>	[\$]	\$18,988.25	\$20,118.5305	\$21,316.0814	\$22,584.9162	\$23,929.2781
<b>IVA de las 4 hrs</b>	[\$]	\$2,848.23	\$3,017.7796	\$3,197.4122	\$3,387.7374	\$3,589.3917
<b>Costo total de las 4 hrs con IVA</b>	[\$]	\$21,836.49	\$23,136.3101	\$24,513.4936	\$25,972.6536	\$27,518.6698
<b>Costo de 20 hrs. Restantes</b>	[\$]	\$94,941.29	\$100,592.6527	\$106,580.4070	\$112,924.5810	\$119,646.3905
<b>IVA de 20 hrs</b>	[\$]	\$14,241.19	\$15,088.8979	\$15,987.0610	\$16,938.6872	\$17,946.9586
<b>Costo total de 20 hrs con IVA</b>	[\$]	\$109,182.48	\$115,681.5506	\$122,567.4680	\$129,863.2682	\$137,593.3491
<b>Subtotal sin IVA</b>	[\$]	\$113,929.55	\$120,711.1832	\$127,896.4884	\$135,509.4972	\$143,575.6686
<b>Facturación CFE</b>	[\$]	\$131,018.98	\$138,817.8607	\$147,080.9617	\$155,835.9218	\$165,112.0189

		Año				
		6	7	8	9	10
		2009	2010	2011	2012	2013
		12168	12168	12168	12168	12168
		\$25,353.6628	\$26,862.8337	\$28,461.8377	\$30,156.0220	\$31,951.0522
		\$3,803.0494	\$4,029.4251	\$4,269.2757	\$4,523.4033	\$4,792.6578
		\$29,156.7123	\$30,892.2588	\$32,731.1133	\$34,679.4253	\$36,743.7100
		\$126,768.3142	\$134,314.1687	\$142,309.1885	\$150,780.1099	\$159,755.2610
		\$19,015.2471	\$20,147.1253	\$21,346.3783	\$22,617.0165	\$23,963.2891
		\$145,783.5613	\$154,461.2940	\$163,655.5667	\$173,397.1264	\$183,718.5501
		\$152,121.9770	\$161,177.0024	\$170,771.0261	\$180,936.1319	\$191,706.3132
		\$174,940.2736	\$185,353.5528	\$196,386.6801	\$208,076.5517	\$220,462.2602

**Tabla 5.19**

La tabla 5.19 es muy parecida a la tabla 5.14, solo que en la tabla 5.19 se muestra el costo de dos bloques, el bloque de las 4 horas obligatorias y las 20 horas restantes. También incluye el desglose de los impuestos para cada uno de los bloques; al final de la tabla 5.19 se muestra el subtotal sin IVA y la facturación final que haría CFE. Estas últimas cantidades se pueden comparar con las de la tabla 5.14 y se puede observar que son exactamente las mismas.

Ahora, y para visualizar los ahorros, se comparará la tabla 5.19 con los costos de autoabastecimiento.

**Facturación mensual promedio para los años 2004-2013 con Autoabastecimiento (20 horas al día).**

		Año				
		1 2004	2 2005	3 2006	4 2007	5 2008
Mantenimiento	[S]	\$3,632.433	\$3,995.676	\$4,395.2439	\$4,834.768	\$5,318.245
Costo combustible	[S]	\$62,303.348	\$65,418.516	\$68,035.2567	\$70,756.666	\$73,586.933
Costo de la máquina	[S]	\$9,731.883	\$9,731.883	\$9,731.883	\$9,731.883	\$-
IVA combustible	[S]	\$9,345.502	\$9,812.777	\$10,205.2885	\$10,613.5	\$11,038.04
IEPS combustible	[S]	\$13,856.264	\$14,549.078	\$15,131.0411	\$15,736.2827	\$16,365.734
IVA mantenimiento	[S]	\$544.864	\$599.351	\$659.2866	\$725.2152	\$797.7368
IVA de la máquina	[S]	\$1,459.782	\$1,459.782	\$1,459.7826	\$1,459.7826	\$-
Subtotal antes de IVA e IEPS	[S]	\$75,667.665	\$79,146.076	\$82,162.3842	\$85,323.3189	\$78,905.1787
Total de IVA	[S]	\$11,350.149	\$11,871.911	\$12,324.3576	\$12,798.4978	\$11,835.776
IEPS combustible	[S]	\$13,856.2647	\$14,549.078	\$15,131.0411	\$15,736.2827	\$16,365.734
Gran Total	[S]	\$100,874.079	\$105,567.065	\$109,617.7829	\$113,858.099	\$107,106.6896
Ahorro traspasando IVA e IEPS	[S]	\$8,308.4085	\$10,114.485	\$12,949.6851	\$16,005.1687	\$30,486.6595

	Año				
	6 2009	7 2010	8 2011	9 2012	10 2013
	\$5,850.0696	\$6,435.0766	\$7,078.5842	\$7,786.4426	\$8,565.0869
	\$76,530.4110	\$79,591.6274	\$82,775.2925	\$86,086.3042	\$89,529.7564
	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-
	\$11,479.5616	\$11,938.7441	\$12,416.2939	\$12,912.9456	\$13,429.4635
	\$17,020.363	\$17,701.1779	\$18,409.2251	\$19,145.5941	\$19,911.4178
	\$877.5104	\$965.2615	\$1,061.7876	\$1,167.9664	\$1,284.7630
	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-
	\$82,380.480	\$86,026.704	\$89,853.8767	\$93,872.7468	\$98,094.8433
	\$12,357.072	\$12,904.0056	\$13,478.0815	\$14,080.9120	\$14,714.2265
	\$17,020.3634	\$17,701.1779	\$18,409.2251	\$19,145.5941	\$19,911.4178
	\$111,757.9160	\$116,631.8875	\$121,741.1833	\$127,099.2529	\$132,720.4876
	\$34,025.6453	\$37,829.4065	\$41,914.3834	\$46,297.8735	\$50,998.0626

**Tabla 5.20**

En la tabla 5.20, se muestra todos los costos que se incluyen en la modalidad de autoabastecimiento para la carga de iluminación que se está analizando. Hay que recordar que la tabla sólo tiene que ver con los costos incluidos en la autogeneración durante 20 horas al día; ya que las cuatro horas restantes como quiera tiene que pagarse, así que se optaría por utilizarlas con CFE.

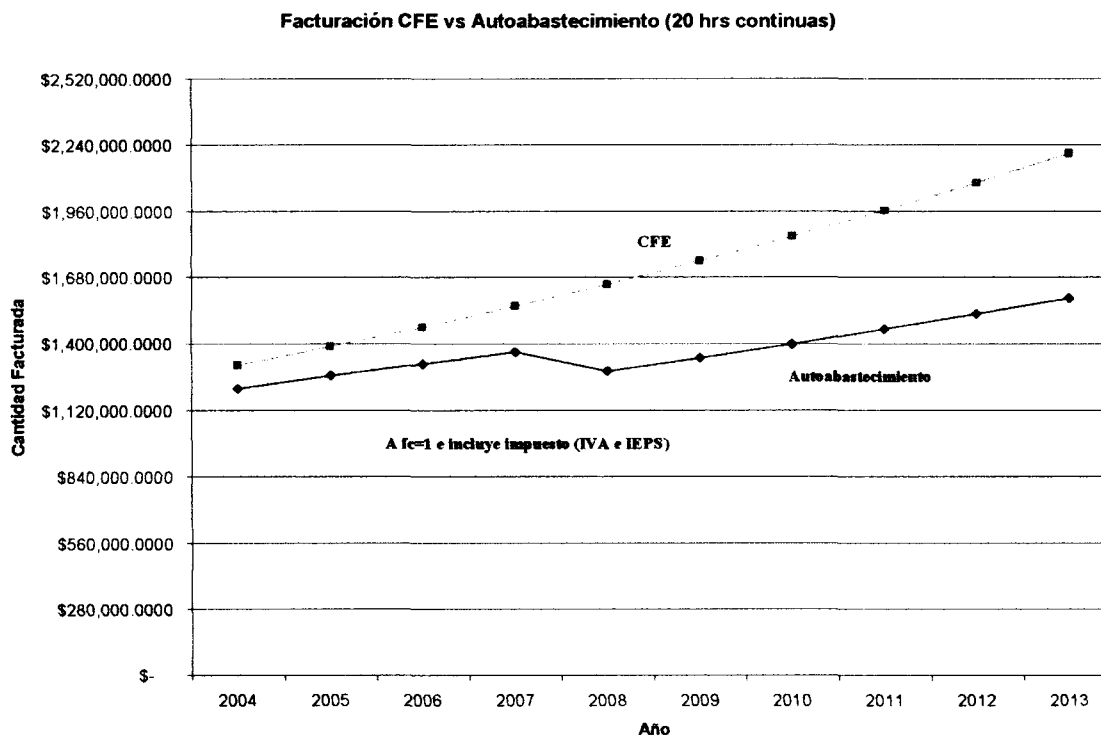
En esta tabla se pueden observar varios costos importantes, entre ellos el más importante, que es el costo del combustible, el costo de la máquina y el mantenimiento. Nótese que el costo de la máquina sólo está presente durante el periodo de 2004-2007, y es debido al financiamiento seleccionado.

También están presentes todos los impuestos de cada uno de los costos antes mencionados, ya que de esta forma el cliente se daría cuenta cual es el costo real del

autoabastecimiento. Por eso, es que se muestra un subtotal antes de IVA e IEPS. Sin embargo se hace énfasis en la cantidad que representa el impuesto del IEPS, ya que esta cantidad puede dar al cliente o usuario ciertas ventajas contables de las que más adelante se comentarán.

Finalmente aparece un gran total, el cual incluye los impuestos correspondientes (IVA e IEPS). Esta cantidad es la que se compara con la facturación de CFE de 20 horas; restando estas dos cantidades, se obtiene el ahorro promedio mensual que se tendría para cada uno de los años proyectados. En la última línea de la tabla 5.20 se muestran estos ahorros. En la siguiente sección se ilustra una tabla, únicamente con los ahorros proyectados.

Ya se vieron anteriormente cierta cantidad de tablas con algunos números, sin embargo, algunas tendencias como los ahorros y la facturación, se visualizan con mayor claridad si se grafican. A continuación se mostrarán una serie de gráficas para observar algunos comportamientos.



**Gráfica 5.2**

La gráfica 5.1 muestra la tendencia de facturación comparativa de CFE contra el autoabastecimiento, pero las cantidades ahora están mostradas en forma anual. Esta gráfica hace referencia a las tablas 5.19 y 5.20, solo que las cantidades de facturación de promedio mensual total, se multiplicaron por los 12 meses que tiene el año.

### 5.3.8 Ahorros proyectados

Una vez que ya se mostraron los dos flujos de efectivos, tanto de la facturación actual (CFE), como la facturación que se haría con la planta diesel; ahora si se pueden comparar las cantidades y obtener ahorros si es que en realidad existen.

		<b>Ahorros logrados con autoabastecimiento</b>				
		Año				
		1	2	3	4	5
		2004	2005	2006	2007	2008
<b>Mensual</b>	[S]	\$8,308.4085	\$10,114.4852	\$12,949.6851	\$16,005.1687	\$30,486.6595
<b>Anual</b>	[S]	\$99,700.9022	\$121,373.8230	\$155,396.2212	\$192,062.0247	\$365,839.9146

		Año				
		6	7	8	9	10
		2009	2010	2011	2012	2013
		\$34,025.6453	\$37,829.4065	\$41,914.3834	\$46,297.8735	\$50,998.0626
		\$408,307.7431	\$453,952.8781	\$502,972.6013	\$555,574.4816	\$611,976.7508

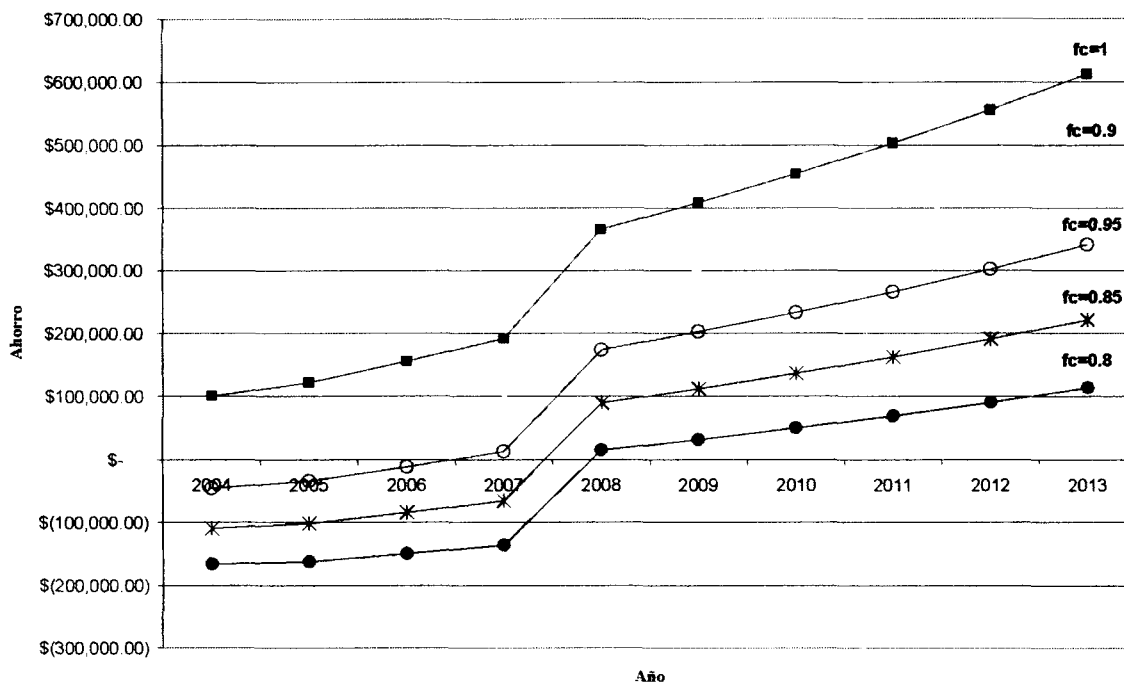
**Tabla 5.21**

En la tabla 5.21 aparecen los ahorros de manera mensual y anual. Nuevamente nótese que en el periodo 2004-2006, el ahorro es mucho menor que en el periodo continuo de 2007-2013, esta diferencia es debida también a que en el primer periodo se tendría que pagar la mensualidad de la máquina. Hay que recordar que entre más largo sea el financiamiento para pagar la máquina, mayor es el periodo de tiempo en el que se tendrá presente este costo y la recuperación de la inversión.

Es importante mencionar que estas cantidades que se presentan como un ahorro, se puede manejar de dos maneras: la primera puede ser fungida como vendedor-cliente ó permisionario-cliente (persona moral) y la segunda como único dueño, es decir, tanto de la planta diesel como de la carga (persona física).

Cabe mencionar que estas cantidades incluyen los impuestos de IVA y IEPS, sin embargo, los ahorros no incluyen el beneficio del impuesto IEPS, es decir; si se pudiera manejar contablemente el IPES a favor del cliente, entonces, fácilmente se duplicaría el ahorro promedio mensual. Es decir, independientemente de que sea una persona física o moral la que administre la planta generadora, el beneficio del IEPS siempre se convertiría en un ahorro tangible. Nótese que los ahorros que se muestran en la tabla 5.21, son los correspondiente para un factor carga-planta  $fc=1.00$ .

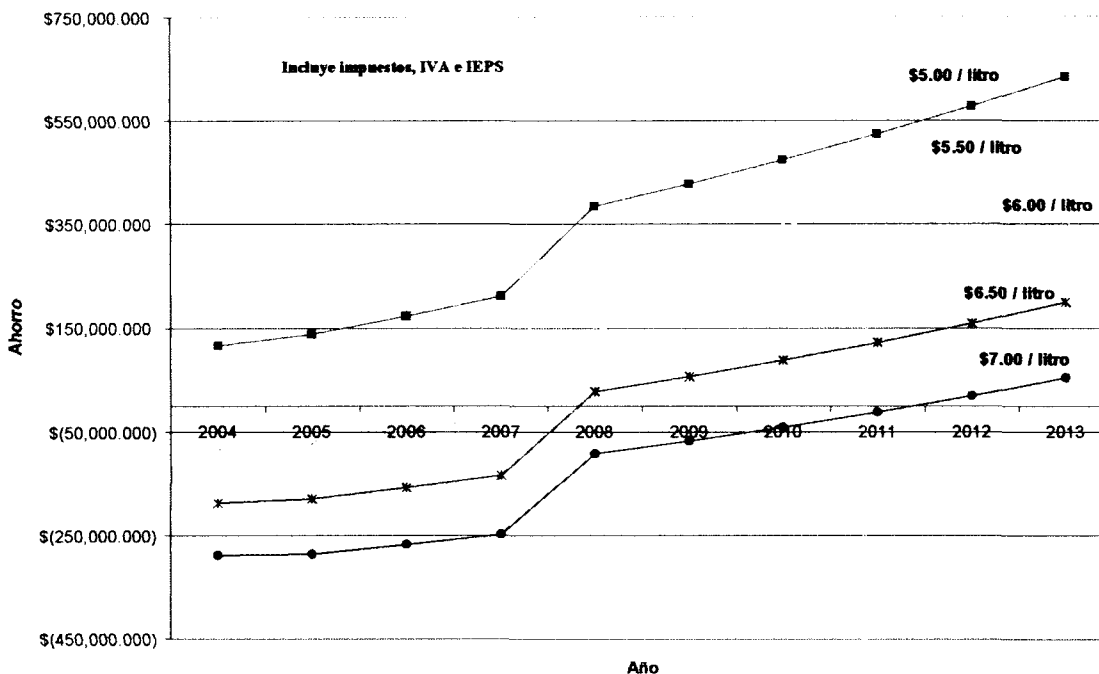
### Ahorros anuales a diferente factor carga-planta



**Gráfica 5.3**

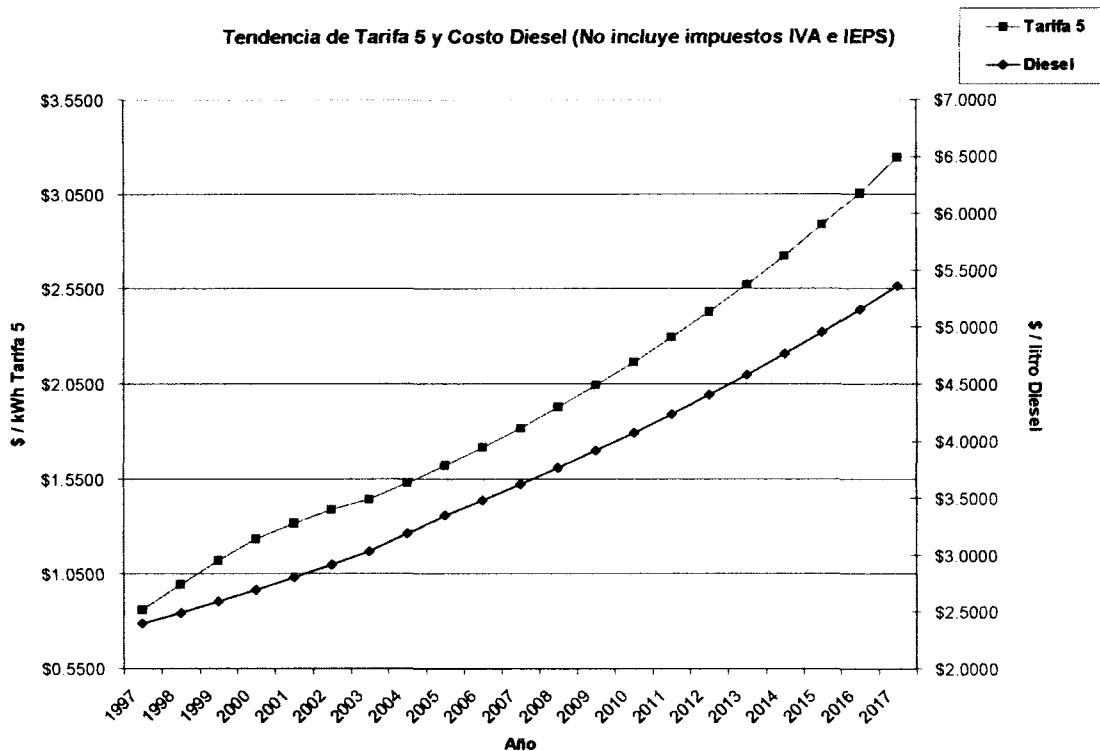
El objetivo de la gráfica 5.2, es precisamente recordar que los ahorros cambian con el valor del factor carga-planta. Por eso se muestran una serie de curvas paramétricas a diferente factor carga-planta. Y como se puede observar a menor factor carga-planta, menor será el ahorro logrado. Cabe mencionar que estas cantidades están también mostradas anualmente. Es mucho mejor que el factor carga-planta se mantenga entre 1 y 0.85, aunque en el último factor (0.85) se pierda dinero durante los primeros cuatro años; esto debido, a que durante ese tiempo, se está pagando la mensualidad de la máquina. Estos ahorros ya incluyen los impuestos correspondientes (IVA e IEPS).

Ahorro anual a diferente precio del combustible



Gráfica 5.4

Cabe mencionar que el precio por cada litro de diesel también es variable, y es un factor extremadamente importante para la generación de la energía de la planta, y el cumplimiento del objetivo de este ahorro en la facturación. Por tal motivo, la gráfica 5.3 muestra una serie de curvas paramétricas que muestran el ahorro anual logrado para diferentes costos del combustible (\$ / litro de diesel). Estos ahorros también incluyen los impuestos correspondientes (IVA e IEPS).



**Gráfica 5.5**

Así como en la actualidad se ha vuelto necesario poder pronosticar el estado del tiempo (clima), también es muy necesario saber como se comportarán las tarifas eléctricas y los precios de los combustibles; aunque muy difícil se torna pronosticar estas dos cosas, y basándose en las publicaciones de la Comisión Federal de Electricidad; la gráfica 5.4 muestran una tendencia del costo por cada kWh de la tarifa 5 y el precio por cada litro de diesel para el periodo 1997-2017.

Se puede observar que las curvas de la gráfica 5.4, en un comienzo esta juntas, pero conforme avanza los años han ido separándose. Este puede ser un fenómeno alentador para el esquema de autoabastecimiento, y mucho más para el proyecto de esta tesis.

### **5.3.9 Autoabastecimiento como una empresa vendedora de la energía de la planta diesel.**

Esta manera de ver el autoabastecimiento consiste precisamente en que una persona física sea dueña de la planta generadora y le venda la energía al dueño de la carga de iluminación. De ser así, entonces las cantidades que aparecen como ahorros en la tabla 5.20 se tendrían que negociar con porcentajes apropiados para las dos partes, tanto para el permisionario, como para el cliente. Se tendrían que firmar algunos contratos a largo plazo en donde existan acuerdos de ganar.

Obviamente dentro de estos porcentajes acordados para los dos partes, también hay conceptos contables implícitos, como es el manejo de los impuestos, tanto el IVA para la facturación por cada kWh generado, como el IEPS para el combustible.

Supóngase que se tiene el ahorro logrado para el año 2004 de la tabla 5.20, esta cantidad corresponde a \$8,308.4085. Esta cantidad es por la que se tendría que empezar a negociar para las dos partes permisionario-cliente. Si el contrato se firmara por el 60% para el permisionario y el 40% para el cliente, entonces las operaciones se harían de la siguiente manera:

*Permisionario 60%*     $\$8,308.4085 * 0.6 = \$4,985.0451$

*Cliente 40%*             $\$8,308.4085 * 0.4 = \$3,323.3634$

Estas cantidades son pesos.

Esta misma operación se tendría que hacer para el resto de las cantidades de todos los años que aparecen en la tabla 5.20.

### 5.3.10 Autoabastecimiento como una empresa dueña de la planta generadora para la carga de iluminación.

En esta otra forma de ver el autoabastecimiento, es mucho más simple, ya que sólo es cuestión de realizar una negociación con el cliente y venderle el proyecto a un precio razonable; es decir, verlo como una venta por el estudio de ingeniería.

Veáse el siguiente ejemplo:

Basándose también en las cantidades de la tabla 5.20, se obtiene un promedio mensual de los ahorros, para después calcular el ahorro en los 10 años proyectados; y así fijar una cantidad de venta.

<b>Ejemplo de venta de proyecto</b>			
<b>Promedio mensual</b>	[S]	\$28,892.9778	<b>18%</b>
<b>Ahorro a 10 años</b>	[S]	\$3,467,157.3405	
<b>Venta del proyecto</b>	[S]	\$624,088.3213	

**Tabla 5.22**



# CAPITULO 6

## CONCLUSIONES

*En este trabajo de tesis, se ha puesto en papel una de las formas de generación de energía eléctrica que actualmente permite el sistema energético del país, en cuanto al sector privado se refiere. El autoabastecimiento como una modalidad de producción de energía eléctrica, que se puede utilizar única y exclusivamente para fines propios de personas físicas o morales.*

*En este proyecto se realiza, aprovechando esta modalidad de generación para obtener un ahorro en la facturación que actualmente emite la empresa suministradora (CFE) para una carga de iluminación real e importante. Pero también se requiere de un flujo de efectivo que permita observar el comportamiento financiero del proyecto a los largo de los primeros años de vida de la planta generadora, además de poder pronosticar algunos inconvenientes que pudieran afectar a la máquina en cuestión, sobre todo en el ámbito técnico.*

### 6.1 Conclusiones y discusiones

La electricidad se ha convertido hoy en día en México en una forma de energía imprescindible y con infinidad de usos, debido a su gran versatilidad y a la habilidad para tener control sobre ella, a la inmediatez en su utilización y la limpieza a la cual se puede obtener en el punto de consumo.

La energía eléctrica podría considerarse como otro bien de consumo más, el cual se puede producir, transportar, comercializar y consumir. Sin embargo, la electricidad se caracteriza porque no es almacenable, debe de producirse y transportarse en el momento en que es consumida.

Por tal motivo, para la carga de alumbrado público con la que se trabaja en este proyecto de tesis es muy importante que se cumplan las características dichas en renglones arriba, sin embargo, también es imprescindible que la electricidad que esta carga consume, tenga un costo accesible para quien la utiliza, el cual se puede ver reflejado en el ahorro que se obtiene produciendo la energía mediante el autoabastecimiento.

Económicamente hablando la tabla 5.21 muestra los ahorros en forma anual y mensual; ahí se puede observar que aparecen cantidades muy significativas que alientan a emprender el proyecto de autoabastecimiento, y de esta forma poder lograr el objetivo de un ahorro en la facturación de esta carga.

Los resultados que aparecen en tablas, figuras y gráficas, están basados en la información bibliográfica de este documento, y se realizó de la forma más real posible y, de acuerdo al nivel de acceso de información que se pudo obtener. Estos resultados pueden ser de utilidad para la refinación y un trabajo más detallado de futuros proyectos similares.

De acuerdo al análisis de la información y los resultados obtenidos, se pueden generar las siguientes discusiones:

1. De acuerdo a las tablas mostradas en el capítulo 5, en el cual se muestran los ahorros obtenidos por la generación de electricidad con la planta diesel, se puede observar que se puede llegar hasta ahorrar 45 centavos de peso si, la planta se operara a un buen factor de carga-planta ( $f_c=0.75$  como máximo). Este ahorro multiplicado por la energía generada y consumida durante un mes, que es el tiempo de facturación que realiza CFE, se puede ver reflejado el ahorro, el cual puede ser muy atractivo para el dueño de la carga.
2. El tiempo de recuperación de la inversión inicial para proyectos como este, es muy importante, por eso es que se presentan varios escenarios donde se observa la variación del costo del kWh de acuerdo al tiempo estimado de la recuperación de la inversión. Aún y con un periodo de recuperación de inversión corto (un año), el ahorro reflejado en el costo por cada kWh, es todavía muy significativo. La tabla 5.20 incluye el costo de la máquina para un financiamiento a 4 años. Los cálculos se realizaron de esta forma para poder tener un escenario más atractivo económicamente y lograr que se viera un ahorro mayor.
3. Uno de los problemas que se presentan con estos proyectos, es definitivamente la variabilidad del precio del combustible para planta generadora. El precio del litro de diesel es variable, pero siempre a la alza. Es altamente afectado por cuestiones políticas y económicas originadas en el país y en el mundo. Todos estos factores sumados, se reflejan en la dificultad de originar un flujo de efectivo a futuro preciso para el proyecto. Uno de los factores que más afectan al precio del diesel, es la tasa de impuesto IEPS (ver anexo G). Esta tasa es muy difícil de predecir o pronosticar, ya que viene calculada directamente desde PEMEX, y es diferente para cada uno de los estados de la República Mexicana. Este impuesto puede representar hasta un valor del 40% sobre el litro de diesel en algunos estados de México. Este factor del precio combustible puede afectar negativamente a la mayoría de los permisionarios de autoabastecimiento. Para visualizar este efecto de la variabilidad del precio del diesel, se muestra en la gráfica 5.4 donde existe un punto de quiebre, el cual, significa hasta donde puede tener la capacidad de seguir pagando cierto precio por cada litro de diesel, y aún así, lograr el objetivo de ahorro en la facturación.

4. La energía de autoabastecimiento definitivamente se encarece si no se hace una buena selección de la capacidad instalada. Para efectos de este proyecto presentado, en el capítulo cinco, no hubo dificultad para seleccionar el generador apropiado, ya que la tarifa 5 no es horaria.
5. El factor carga-planta (fc) del generador se torna muy importante en el autoabastecimiento, ya que de este factor depende la energía mensual generada (ver tabla 5.5). Entonces quiere decir que, si se mantiene un factor de carga-planta alto, se puede generar mucho más energía y de esta forma poder satisfacer la demanda de la carga, y así lograr un ahorro por cada kWh mucho más alto. Cuando más se acerque este factor (fc) a la unidad, es mucho mejor para el objetivo de ahorro presentado en este trabajo de tesis.
6. Existen algunas otras ventajas y desventajas para este tipo de proyecto, por mencionar algunas, a continuación se enlistan:

#### **Desventajas**

- I. En primera instancia y como ya se mencionó en líneas arriba, el costo del litro de diesel es definitivamente importante.
- II. Los planes de mantenimiento de la planta generadora diesel, deben ser rigurosos, puntuales y que cuenten con el respaldo de personas capacitadas para esta tarea.
- III. Los paros imprevistos que la planta generadora experimente, se podrían volver complicados y hasta peligrosos para la carga. Estos paros pueden dejar en *STAND BY (ocho horas continuas sin operación)* o hasta varios días (4 ó 5 días) sin que la máquina pueda funcionar de nuevo hasta que se revisada por el personal capacitado.

#### **Ventajas**

- I. Hay punto importante que hay que tomar en cuenta y que le convendrá a la carga de alumbrado por mucho tiempo. Supóngase que la variabilidad del costo del combustible no interese mucho por el momento y que el objetivo de lograr el ahorro de facturación se deje a un lado. De ser así, entonces la planta generadora se convertiría ahora en un respaldo para la carga de alumbrado, y un respaldo para suministro eléctrico de cargas como la que se trata en este proyecto, definitivamente no tiene precio.

7. El autoabastecimiento ha servido de mucho para asegurar el suministro de la energía eléctrica, sin embargo, los recargos por facto de potencia (fp), la obligación de que en ciertos casos se de a la firma de un contrato colectivo, la inflexibilidad de estos contratos, pero sobretodo, como se mencionó anteriormente, el alto costo del combustible, podría desalentar futuros proyectos.

## 6.2 Futuras Investigaciones

En estos tiempos de incertidumbre en suelo mexicano, es muy importante que la información para este tipo de proyectos y de los demás fuera del sector privado, sea precisa y confiable, además de que este disponible para instituciones educativas, ya que las nuevas generaciones tienen una gran responsabilidad con el futuro de México; tienen que estar muy preparadas para poder enfrentar los nuevos retos energéticos para los años venideros.

En este trabajo de tesis, sólo se analiza una parte muy pequeña de la generación de energía eléctrica, pero no por eso deja de ser importante. Aún así; existen algunos factores que bien valen la pena analizar para terminar de completar al cien por ciento este trabajo de tesis.

Estos factores se enumeran a continuación:

1. En el capítulo 5, sólo se analiza el proyecto de autoabastecimiento con tecnología diesel. Debido a la ubicación de la carga de iluminación, podría estudiarse un análisis de autoabastecimiento pero utilizando gas natural. El objetivo de este nuevo análisis sería compararlo con el que esta propuesto en este proyecto de tesis; ya que también debe de cumplir con un ahorro significativo para la misma facturación (20 horas diarias).
2. Otro factor muy importante que debe analizar, pero que no fue objetivo de este proyecto de tesis, es el estudio de corto circuito y la coordinación de protecciones. Es crucial saber el comportamiento de las protecciones y del circuito completo en el momento de alguna falla, ya que no solo afectaría a la planta generadora, sino que también a la carga. Para hacer mucho mas fácil este estudio, el diagrama unificar del circuito completo, esta disponible en el anexo H.
3. En los recibos de facturación que emite la Comisión Federal de Electricidad para la carga que se analizó en el capítulo 5, contiene un cargo por bajo factor de potencia, esto significa que existe una cantidad de dinero que se le suma a la facturación total. Es importante saber que esta cantidad de dinero se puede eliminar realizando un estudio de la carga (calcular cantidad de KVAR's), pero ahora con el objetivo de diseñar un banco de capacitores fijo o automático, el cual mantenga un factor de potencia arriba del 90%. Con este estudio también se lograría una reducción significativa en la facturación.

4. Un estudio de porteo en media tensión para el proyecto de autoabastecimiento presentado en el capítulo cinco, también es de considerarse. Sin embargo, la metodología [15] para determinar los costos de porteo hace un cargo adicional para los usuarios en media tensión. Los socios en media tensión pagan, en promedio, tres veces más por cada kWh de servicio de transmisión a CFE, que los socios en alta tensión. Además los contratos hechos entre los socios suelen ser muy inflexibles. Sin embargo, no quiere decir que no valga la pena analizarlo y de ahí poder concluir algunos puntos importantes.

# **ANEXO A**

## **Constitución Política de los estados Unidos Mexicanos**

### **Título Primero**

#### **Capítulo I**

##### **De las Garantías Individuales**

###### **Artículo 25. (Reforma publicada en el D.O.F. del 3 de Febrero de 1983)**

###### **Texto Vigente**

Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. [5]

El estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución.

Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.

El sector público tendrá a su cargo, de manera exclusiva, las áreas estratégicas que se señalan en el artículo 28, párrafo cuarto de la Constitución, manteniendo siempre el Gobierno Federal la propiedad y el control sobre los organismos que en su caso se establezcan.

Asimismo, podrá participar por sí o con los sectores social y privado, de acuerdo con la ley, para impulsar y organizar las áreas prioritarias del desarrollo.

Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que se dicten en el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

La ley establecerá los mecanismos que faciliten la organización y la expansión de la actividad económica del sector social: como son los ejidos, organizaciones de trabajadores, cooperativas, comunidades, empresas que pertenezcan mayoritaria o

exclusivamente a los trabajadores y, en general, de todas las formas de organización social para la producción, distribución y consumo de bienes y servicios socialmente necesarios.

La ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, en los términos que establece la Constitución.

# **ANEXO B**

## **Constitución Política de los estados Unidos Mexicanos**

### **Título Primero**

#### **Capítulo I**

##### **De las Garantías Individuales**

###### **Artículo 27. (Reforma publicada en el D.O.F. del 28 de Enero de 1992)**

###### **Texto Vigente**

La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada. [5]

Las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización.

La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la selvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; de todos los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y de las salinas formadas directamente por las aguas marinas susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos; y el



espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que se fije el Derecho Internacional.

Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que se fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las aguas de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos; desde el punto de cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas y esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; las de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzados por líneas divisorias de dos o más entidades federativas o la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que se fije la ley.

Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno; pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos; el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración interior, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por lo que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de esta agua se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten los Estados.

En los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que se establezcan las leyes. Las normas legales relativas a obras o trabajos de explotación de los minerales y sustancias a que se refiere el párrafo cuarto, regularán la ejecución y comprobación de los que se efectúen o deban efectuarse a partir de su vigencia, independientemente de la fecha de otorgamiento de las concesiones, y su inobservancia dará lugar a la cancelación de éstas. El Gobierno Federal tiene la facultad de establecer reservas nacionales y suprimirlas. Las declaratorias correspondientes se harán por el Ejecutivo en los casos y en las condiciones que las leyes prevean. Tratándose del petróleo y de los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos o de minerales radiactivos, no se otorgarán concesiones, ni contratos, ni subsistirán los que en su caso se hayan otorgado y la Nación llevará a cabo la explotación de esos productos, en los términos que se señale la Ley Reglamentaria respectiva. Corresponde exclusivamente a la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer de energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará los

bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines. Corresponde también a la Nación el aprovechamiento de los combustibles nucleares para la generación de energía nuclear y la regulación de sus aplicaciones en otros propósitos. El uso de la energía nuclear sólo podrá tener fines pacíficos.

La Nación ejerce en una zona económica exclusiva situada fuera del mar territorial y adyacente a éste, los derechos de soberanía y las jurisdicciones que determinen las leyes del Congreso. La zona económica exclusiva se extenderá a doscientas millas náuticas, medidas a partir de la línea de base desde la cual se mide el mar territorial. En aquellos casos en que esa extensión produzca superposición con las zonas económicas exclusivas de otros Estados, la delimitación de las respectivas zonas se hará en la medida en que resulte necesario, mediante acuerdo con estos Estados.

La capacidad para adquirir el dominio de las tierras y aguas de la Nación, se regirá por las siguientes prescripciones:

- I. Sólo los mexicanos por nacimiento o por naturalización y las sociedades mexicanas tienen derecho para adquirir el dominio de las tierras, aguas y sus accesiones o para obtener concesiones de explotación de minas o aguas. El Estado podrá conceder el mismo derecho a los extranjeros, siempre que convengan ante la Secretaría de Relaciones en considerarse como nacionales respecto de dichos bienes y en no invocar por lo mismo, la protección de sus gobiernos por que se refiere a aquéllos; bajo la pena, en caso de faltar al convenio, de perder en beneficio de la Nación los bienes que hubieren adquirido en virtud de los mismo. En una faja de cien kilómetros a lo largo de las fronteras y de cincuenta en las playas, por ningún motivo podrán los extranjeros adquirir el dominio directo sobre tierras y aguas. El Estado, de acuerdo con los intereses públicos internos y los principios de reciprocidad, podrá, a juicio de la Secretaría de Relaciones, conceder autorización a los Estados extranjeros para que adquieran, en el lugar permanente de la residencia de los Poderes Federales, la propiedad privada de bienes inmuebles necesarios para el servicio directo de sus embajadas o legaciones.
- II. Las asociaciones religiosas que se constituyan en los términos del artículo 130 y su ley reglamentaria tendrán capacidad para adquirir, poseer o administrar, exclusivamente, los bienes que sean indispensables para su objeto, con los requisitos y limitaciones que establezcan la ley reglamentaria.
- III. Las instituciones de beneficencia, pública o privada, que tengan por objeto el auxilio de los necesitados, la investigación científica, la difusión de la enseñanza, la ayuda recíproca de los asociados, o cualquier otro objeto lícito, no podrán adquirir más bienes raíces que los indispensables para su objeto, inmediata o directamente destinados a él, con su sujeción a lo que determine la ley reglamentaria

- IV.** Las sociedades mercantiles por acciones podrán ser propietarias de terrenos rústicos pero únicamente en la extensión que sea necesaria para el cumplimiento de su objeto. En ningún caso las sociedades de esta clase podrán tener en propiedad tierras dedicadas a actividades agrícolas, ganaderas o forestales en mayor extensión que la respectiva equivalente a veinticinco veces los límites señalados en la fracción XV de este artículo. La ley reglamentaria regulará la estructura de capital y el número mínimo de socios de estas sociedades, a efecto de que las tierras propiedad de la sociedad no excedan en relación con cada socio los límites de la pequeña propiedad. En este caso, toda propiedad accionaria individual, correspondiente a terrenos rústicos, será acumulable para efectos de cómputo. Asimismo, la ley señalará las condiciones para la participación extranjera en dichas sociedades. La propia ley establecerá los medios de registro y control necesarios para el cumplimiento de lo dispuesto por esta fracción;
- V.** Los bancos debidamente autorizados, conforme a las leyes de instituciones de crédito, podrán tener capitales impuestos, sobre propiedades urbanas y rústicas de acuerdo con las prescripciones de dichas leyes, pero no podrán tener en propiedad o en administración más bienes raíces que los enteramente necesarios para su objeto directo.
- VI.** Los estados y el Distrito Federal, lo mismo que los municipios de toda la República, tendrán plena capacidad para adquirir y poseer todos los bienes raíces necesarios para los servicios públicos. Las leyes de la Federación y de los Estados en sus respectivas jurisdicciones, determinarán los casos en que sea de utilidad pública la ocupación de la propiedad privada, y de acuerdo con dichas leyes la autoridad administrativa hará la declaración correspondiente. El precio que se fijará como indemnización a la cosa expropiada, se basará en la cantidad que como valor fiscal de ella figure en las oficinas catastrales o recaudadoras, ya que este valor haya sido manifestado por el propietario o simplemente aceptado por él de un modo tácito por haber pagado sus contribuciones con esta base. El exceso de valor o el demérito que haya tenido la propiedad particular por las mejoras o deterioros ocurridos con posteridad a la fecha de asignación del valor fiscal, será lo único que deberá quedar sujeto a juicio pericial y a resolución judicial. Esto mismo se observará cuando se trate de objetos cuyo valor no esté fijado en las oficinas rentísticas. El ejercicio de las acciones que corresponden a la Nación, por virtud de las disposiciones del presente artículo, se hará efectivo por el procedimiento judicial; pero dentro de este procedimiento y por orden de los tribunales correspondientes, que se dictará en el plazo máximo de un mes, las autoridades administrativas procederán desde luego a la ocupación, administración, remate o venta de las tierras o aguas de que se trate y todas sus accesiones, sin que en ningún caso pueda revocarse lo hecho por las mismas autoridades antes que se dicte sentencia ejecutoria;
- VII.** Se reconoce la personalidad jurídica de los núcleos de población ejidales y comunales y se protege su propiedad sobre la tierra, tanto para el asentamiento humano como para actividades productivas. La ley protegerá la integridad de las

tierras de los grupos indígenas. La ley, considerando el respeto y fortalecimiento de la vida comunitaria de los ejidos y comunidades, protegerá la tierra para el asentamiento humano y regulará el aprovechamiento de tierras, bosques y aguas de uso común y la provisión de acciones de fomento necesarias para elevar el nivel de vida de sus pobladores. La ley, con respecto a la voluntad de los ejidatarios y comuneros para adoptar las condiciones que más les convenga en el aprovechamiento de sus recursos productivos, regulará el ejercicio de los derechos de los comuneros sobre la tierra y de cada ejidatario sobre su parcela. Asimismo establecerá los procedimientos por los cuales ejidatarios y comuneros podrán asociarse entre sí, con el Estado o con terceros y otorgar el uso de tierras; y, tratándose de ejidatarios, transmitir sus derechos parcelarios entre los miembros del núcleo de población; igualmente fijará los requisitos y procedimientos conforme a los cuales la asamblea ejidal otorgará al ejidatario el dominio sobre su parcela. En caso de enajenación de parcelas se respetará el derecho de preferencia que prevea la ley. Dentro de un mismo núcleo de población, ningún ejidatario podrá ser titular de más tierra que la equivalente al cinco por ciento del total de las tierras ejidales. En todo caso, la titularidad de tierras a favor de un solo ejidatario deberá ajustarse a los límites señalados en la fracción XV. La asamblea general es el órgano supremo del núcleo de población ejidal o comunal, con la organización y funciones que la ley señale. El comisario ejidal o de bienes comunales, electo democráticamente en los términos de la ley, es el órgano de representación del núcleo y el responsable de ejecutar las resoluciones de la asamblea. La restitución de tierras, bosques y aguas a los núcleos de población se hará en los términos de la ley reglamentaria;

#### **VIII. Sede claran nulas:**

- a) Todas las enajenaciones de tierras, aguas y montes pertenecientes a los pueblos, rancherías, congregaciones o comunidades, hechas por los jefes políticos, gobernadores de los Estados, o cualquiera otra autoridad local en contravención a los dispuesto en la ley 25 de Junio de 1856 y demás leyes y disposiciones relativas;
- b) Todas las concesiones, composiciones o ventas de tierras, aguas y montes, hechas por la Secretaría de Fomento, Hacienda o cualquiera otra autoridad federal, desde el día primero de Diciembre de 1876, hasta la fecha, con las cuales se hayan invadido y ocupado ilegalmente los ejidos, terrenos de común repartimiento, o de cualquier otra clase, pertenecientes a núcleos de población.
- c) Todas las diligencias de apeo o deslinde, transacciones, enajenaciones o remates practicados durante el periodo de tiempo a que se refiere la fracción anterior, por compañías, jueces u otras autoridades de los Estados o de la Federación, con los cuales se hayan invalido u ocupado ilegalmente tierras, aguas o montes de los ejidos, terrenos de común repartimiento, o de cualquier otra clase, pertenecientes a núcleos de población. Quedan exceptuadas de la nulidad anterior, únicamente las tierras que hubieren sido tituladas en los repartimientos hechos con apego

a la ley de 25 de Junio de 1856 y poseídas en nombre propio a título de dominio por más de diez años cuando su superficie no exceda de cincuenta hectáreas.

- IX. La división o reparto que se hubiere hecho con apariencia de legítima entre los vecinos de algún núcleo de población y en la que haya habido error o vicio, podrá ser nulificada cuando así lo soliciten las tres cuartas partes de los vecinos que estén en posesión de una cuarta parte de los terrenos, materia de la división, o una cuarta parte de los mismos vecinos cuando estén en posesión de las tres cuartas partes de los terrenos;
- X. Derogada;
- XI. Derogada;
- XII. Derogada;
- XIII. Derogada;
- XIV. Derogada;
- XV. En los Estados Unidos Mexicanos quedan prohibidos los latifundios. Se considera pequeña propiedad agrícola la que no exceda por individuo de cien hectáreas de riego o humedad de primera o sus equivalentes en otras clases de tierras. Para los efectos de la equivalencia se computará una hectárea de riego por dos de temporal, por cuarto de agostadero de buena calidad y por ocho de bosque, monte o agostadero en terrenos áridos. Se considerará, asimismo, como pequeña propiedad, la superficie que no exceda por individuo de ciento cincuenta hectáreas cuando las tierras se dediquen al cultivo de algodón, si reciben riego; y de trescientas, cuando se destinen al cultivo de plátano, caña de azúcar, café, henequén, hule, palma, vid, olivo, quina, vainilla, cacao, agave, nopal o árboles frutales. Se considerará pequeña propiedad ganadera lo que no exceda por individuo la superficie necesaria para mantener hasta quinientas cabezas de ganado mayor o su equivalente en ganado menor, en los términos que fije la ley, de acuerdo con la capacidad forrajera de los terrenos. Cuando debido a obras de riego, drenaje o cualesquiera otras ejecutadas por los dueños o poseedores de una pequeña propiedad se hubiese mejorado la calidad de sus tierras, seguirá siendo considerada como propiedad, aún cuando, en virtud de la mejoría obtenida, se rebasen los máximos señalados por esta fracción, siempre que se reúnan los requisitos que fije la ley. Cuando dentro de una pequeña propiedad ganadera se realicen mejoras en sus tierras y éstas se destinen a usos agrícolas, la superficie utilizada para este fin no podrá exceder, según el caso, los límites a que se refieren los párrafos segundo y tercero de esta fracción que correspondan a la calidad que hubieren tenido dichas tierras antes de la mejora;
- XVI. Derogada;

- XVII.** El Congreso de la Unión y las legislaturas de los estados, en sus respectivas jurisdicciones, expedirán leyes que establezcan los procedimientos para el fraccionamiento y enajenación de las extensiones que llegaren a exceder los límites señalados en las fracciones IV y XV de este artículo. El excedente deberá ser fraccionado y enajenado por el propietario dentro del plazo de un año contado a partir de la notificación correspondiente. Si transcurrido el plazo el excedente no se ha enajenado, la venta deberá hacerse mediante pública almoneda. En igualdad de condiciones, se respetará el derecho de preferencia que prevea la ley reglamentaria. Las leyes locales organizarán el patrimonio de familia, determinando los bienes que deben constituirlo, sobre la base de que será inalienable y no estará sujeto a embargo ni a gravamen ninguno;
- XVIII.** Se declaran revisables todos los contratos y concesiones hechos por los gobiernos anteriores desde el año 1876, que hayan traído por consecuencia el acaparamiento de tierras, aguas y riquezas naturales de la Nación, por una sola persona o sociedad y se faculta al Ejecutivo de la Unión para declararlos nulos cuando impliquen perjuicios graves para el interés público.
- XIX.** Con base en esta Constitución, el Estado dispondrá las medidas para la expedita y honesta impartición de la justicia agraria, con objeto de garantizar la seguridad jurídica en la tenencia de la tierra ejidal, comunal y de la pequeña propiedad, y apoyará la asesoría legal de los campesinos. Son de jurisdicción federal todas las cuestiones que por límites de terrenos ejidales y comunales, cualquiera que sea el origen de éstos, se hallen pendientes o se susciten entre dos o mas núcleos de población; así como las relacionadas con la tenencia de la tierra de los ejidos y las comunidades. Para estos efectos y, en general, para la administración de justicia agraria, la ley instituirá tribunales dotados de autonomía y plena jurisdicción, integrados por magistrados propuestos por el Ejecutivo Federal y designados por la Cámara de Senadores o, en los recesos de ésta, por la Comisión Permanente. La ley establecerá un órgano para la procuración de justicia agraria, y;
- XX.** El Estado promoverá las condiciones para el desarrollo rural integral, con el propósito de generar empleo y garantizar a la población campesina el bienestar y su participación e incorporación en el desarrollo nacional, y fomentará la actividad agropecuaria y forestal para el óptimo uso de la tierra, con obras de infraestructura, insumos, créditos, servicio de capacitación y asistencia técnica. Asimismo expedirá la legislación reglamentaria para planear y organizar la producción agropecuaria, su industrialización y comercialización, considerándolas de interés público.

# **ANEXO C**

## **Constitución Política de los estados Unidos Mexicanos**

### **Título Primero**

#### **Capítulo I**

##### **De las Garantías Individuales**

###### **Artículo 28. (Reforma publicada en el D.O.F. del 2 de Marzo de 1995)**

###### **Texto Vigente**

En los Estados Unidos Mexicanos quedan prohibidos los monopolios, las prácticas monopólicas, los estancos y las extracciones de impuestos en los términos y condiciones que fijan las leyes. El mismo tratamiento se dará a las prohibiciones a título de protección a la industria.

En consecuencia, la ley castigará severamente, y las autoridades perseguirán con eficacia, toda concentración o acaparamiento en una o pocas manos de artículos de consumo necesario y que tenga por objeto obtener el alza de los precios; todo acuerdo, procedimiento o combinación de los productores, industriales, comerciantes o empresarios de servicios, que de cualquier manera hagan, para evitar la libre concurrencia o competencia entre sí y obligar a los consumidores a pagar precios exagerados y, en general, todo lo que constituya una ventaja exclusiva indebida a favor de una o varias personas determinadas y con perjuicio del público en general o de alguna clase social.

Las leyes fijarán bases para que se señalen precios máximos a los artículos, materias o productos que se consideren necesarios para la economía nacional o el consumo popular, así como para imponer modalidades a la organización de la distribución de esos artículos, materias o productos, a fin de evitar que intermediaciones innecesarias o excesivas provoquen insuficiencia en el abasto, así como el alza de precios. La ley protegerá a los consumidores y propiciará su organización para el mejor cuidado de sus intereses.

No constituirán monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva en las siguientes áreas estratégicas: correos, telégrafos y radiotelegrafía; petróleo y los demás hidrocarburos; petroquímica básica; minerales radioactivos y generación de energía nuclear, electricidad y las actividades que expresamente señalen las leyes que expida el Congreso de la Unión. La comunicación vía satélite y los ferrocarriles son áreas prioritarias para el desarrollo nacional en los términos del artículo 25 de esta Constitución; el Estado al ejercer en ellas su rectoría, protegerá la seguridad y la soberanía de la Nación, y al otorgar concesiones o permisos mantendrá o establecerá el dominio de las respectivas vías de comunicación de acuerdo con las leyes de la materia.

El estado contará con los organismos y empresas que requieran para el eficaz manejo de las áreas estratégicas a su cargo y en las actividades de carácter prioritario donde, de acuerdo con las leyes, participe por sí o con el sector social y privado.

El Estado tendrá un banco central que será autónomo en el ejercicio de sus funciones y en su administración. Su objetivo prioritario será procurar la estabilidad del poder adquisitivo e la moneda nacional, fortaleciendo con ellos la rectoría del desarrollo nacional que corresponde al Estado. Ninguna autoridad podrá ordenar al banco conceder financiamiento.

No constituyen monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva, a través del banco central en las áreas estratégicas de acuñación de moneda y emisión de billetes. El banco central, en los términos que establezcan las leyes y con la intervención que corresponda a las autoridades competentes, regulará los cambios, así como la intermediación y los servicios financieros, contando con las atribuciones de autoridad necesarias para llevar a cabo dicha regulación y proveer a su observancia. La conducción del banco estará a cargo de personas cuya designación será hecha por el Presidente de la República con la aprobación del banco de la Cámara de Senadores o de la Comisión Permanente, o en su caso; desempeñarán su encargo por períodos cuya duración o escalonamiento provean al ejercicio autónomo de sus funciones; sólo podrán ser removidas por causa grave y no podrán tener ningún otro empleo, cargo o comisión, con excepción de aquéllos en que actúen en el representación del banco y de los no remunerados en asociaciones docentes, científicas, culturales o de beneficencia. Las personas encargadas de la conducción del banco central, podrán ser sujetos de juicio político conforme a lo dispuesto por el artículo 110 de esta Constitución.

No constituyen monopolios las asociaciones de trabajadores formadas por proteger sus propios intereses y las asociaciones o sociedades cooperativas de productores para que, en defensa de sus intereses o del interés general, venda directamente en los mercados extranjeros los productos nacionales o industriales que sean la principal fuente de riqueza de la región en que se produzcan o que no sean productos de primera necesidad, siempre que dichas asociaciones estén bajo vigilancia o amparo del Gobierno Federal o de los estados, y previa autorización que al efecto se obtenga de las legislaturas respectivas en cada caso. Las mismas legislaturas, por sí o a propuesta del Ejecutivo, podrán derogar, cuando así lo exijan las necesidades públicas, las autorizaciones concedidas para la formación de las asociaciones de que se trata.

Tampoco constituyen monopolios los privilegios que por determinado tiempo se concedan a los autores y artistas para producción de sus obras y los que para el uso exclusivo de sus inventos, se otorguen a los inventores y perfeccionadores de alguna mejora.

El Estado, sujetándose a las leyes, podrá en casos de interés general, concesionar la prestación de servicios públicos o la explotación, uso y aprovechamiento de bienes de dominio de la Federación, salvo las excepciones que las mismas prevengan. Las leyes fijarán las modalidades y condiciones que aseguren la eficacia de la prestación de los



servicios y la utilización social de los bienes, y evitarán fenómenos de concentración que contraríen el interés público.

La sujeción a regímenes de servicio público se apegará a lo dispuesto por la Constitución y sólo podrá llevarse a cabo mediante la ley.

Se podrán otorgar subsidios a actividades prioritarias, cuando sean generales, de carácter temporal y no afecten sustancialmente las finanzas de la Nación. El Estado vigilará su aplicación y evaluará los resultados de ésta.

# **ANEXO D**

## **Ley del Impuesto al Valor Agregado**

(Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de Enero de 2002)

### **DECRETO**

El congreso de los Estados Unidos Mexicanos,  
decreta:

#### **Disposiciones Generales**

#### **1**

##### **1. Sujeto u objeto del impuesto**

Están obligadas al pago del impuesto al valor agregado establecido en esta Ley, las personas físicas y las morales que, en territorio nacional, realicen los actos o actividades siguientes [13]:

- I.** Enajenen bienes.
- II.** Presten servicios independientes.
- III.** Otorguen el uso o goce temporal de bienes.
- IV.** Importen bienes o servicios

##### **2. Tasa de impuesto**

El impuesto se calculará aplicando a los valores que señalan esta Ley, la tasa de 15%. El impuesto al valor agregado en ningún caso se considerará que forma parte de dichos valores.

##### **3. Traslado o retención del IVA**

El contribuyente trasladará dicho impuesto, en forma expresa y por separado, a las personas que adquieran los bienes, los usen o gocen temporalmente, o reciban los servicios. Se entenderá por traslado del impuesto el cobro o cargo que el contribuyente debe hacer a dichas personas de un monto equivalente al impuesto establecido en esta Ley.

#### **4. Pago del impuesto**

El contribuyente pagará en las oficinas autorizadas la diferencia entre el impuesto a su cargo y el que hubiera trasladado o el que él hubiese pagado en la importación de bienes o servicios, siempre que sean acreditables en los términos de esta Ley. En su caso, el contribuyente disminuirá del impuesto a su cargo, el impuesto que se le hubiere retenido.

##### **1-A Retención de IVA**

Están obligados a efectuar la retención del impuesto que se les traslade, los contribuyentes que se ubiquen en alguno de los siguientes supuestos:

- I.** Sean instituciones de crédito que adquieran bienes mediante dación en pago o adjudicación judicial o fiduciaria.
- II.** Sean personas morales que:
  - a)** Reciban servicios personales independientes, o usen o gocen temporalmente bienes, prestados u otorgados por personas físicas, respectivamente.
  - b)** Adquieran desperdicios para ser utilizados como insumos de su actividad industrial o para su comercialización.
  - c)** Reciban servicios de autotransporte terrestre de bienes, prestados por personas físicas o morales.
  - d)** Reciban servicios prestados por comisionistas, cuando éstos sean personas físicas.
- III.** Sean personas físicas o morales que adquieran bienes tangibles, o los usen o gocen temporalmente, que enajenen u otorguen residentes en el extranjero sin establecimiento permanente o base fija en el país.

## **6**

### **1. Saldos de IVA a favor**

Cuando en la declaración de pago provisional resulte saldo a favor, el contribuyente podrá acreditarlo contra el impuesto a su cargo que le corresponda en los meses siguientes hasta agotarlo o solicitar su devolución, siempre que en este último caso sea sobre el total del saldo a favor. Cuando en las declaraciones de los pagos provisionales correspondientes al periodo del ajuste a los pagos provisionales, resulte un saldo a favor, el contribuyente podrá solicitar su devolución, siempre que sea sobre el total del saldo a favor y se efectúe la solicitud de devolución a más tardar en el mes siguiente de la

primera mitad del ejercicio, o en su caso acreditarlo, siempre que el acreditamiento se efectúe a más tardar en la declaración de pago provisional del último mes del período por el que se realiza el ajuste. Cuando resulte saldo a favor por el ajuste a los pagos provisionales en los términos de la fracción III del artículo 5o de esta Ley o en las declaraciones de los pagos provisionales correspondientes a la segunda mitad del ejercicio, el contribuyente podrá solicitar su devolución, siempre que sea sobre el total del saldo a favor y la solicitud de devolución se efectúe a más tardar en el mes siguiente al del cierre del ejercicio, o en su acreditarlo, siempre que el acreditamiento se efectúe a más tardar en la declaración correspondiente al último mes del ejercicio. Asimismo, cuando en las declaraciones de pagos provisionales trimestrales resulte saldo a favor, el contribuyente podrá solicitar su devolución, siempre que sea sobre el total del saldo a favor y al solicitud de devolución se efectúe a más tardar en el mes al del cierre del ejercicio, o en su caso, acreditarlo, siempre que el acreditamiento se efectúe a más tardar en la declaración correspondiente al último pago provisional del ejercicio. [13]

# **ANEXO E**

## **Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios**

(Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de Enero de 2004)

### **DECRETO**

El Congreso de los Estados Unidos Mexicanos,

## **Capítulo I**

### **Disposiciones Generales**

#### **1**

##### **1. Sujeto u objeto del impuesto.**

Están obligadas al pago del impuesto establecido en esta Ley, las personas físicas y las morales que se realicen los actos o actividades siguientes [13]:

- I. La enajenación en territorio nacional o, en su caso, la importación, definitiva, de los bienes señalados en esta Ley.
- II. La prestación de los servicios señalados en esta Ley.

##### **2. Tasa de impuesto**

El impuesto se calculará aplicando a los valores a que se refiere este ordenamiento, la tasa que para cada bien o servicio establece el artículo 2o del mismo.

#### **2**

##### **1. Tasa de impuesto.**

Al valor de los actos o actividades que a continuación se señalan, se aplicarán las tasas siguientes:

- A. Bebidas con contenido alcohólico y cerveza.
- B. Alcohol y alcohol desnaturalizado.
- C. Tabacos labrados

- D. Gasolinas**
- E. Diesel**
- F. Gas natural**
- G. Aguas gasificadas o minerales; refrescos; bebidas hidratantes o rehidratantes; concentrados, polvos, jarabes, esencias o extracto de sabores.**
- H. Jarabes o concentrados para preparar refrescos que se expendan en envases abiertos utilizando aparatos automáticos, eléctricos o mecánicos.[13]**

# **ANEXO F**

## **Ley de Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal del 2004**

**Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-  
Presidencia de la República.**

**Publicada el Miércoles 31 de Diciembre del 2003  
DIARIO OFICIAL (Primera Sección)**

**VICENTE FOX QUESADA**, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes sabed:

Que el honorable Congreso de la Unión, se ha servido dirigirme el siguiente:

### **DECRETO**

**EL CONGRESO GENERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, DECRETA:**

### **Capítulo III**

#### **De las Facilidades Administrativas y Estímulos Fiscales**

**VI.** Se otorga un estímulo fiscal a los contribuyentes de los sectores agrícola, ganadero, pesquero y minero que adquieran diesel para su consumo final y siempre que dicho combustible no sea para uso automotriz en vehículos que se destinen al transporte de personas o efectos a través de carreteras o caminos, consistente en permitir el acreditamiento del impuesto especial sobre producción y servicios que Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios hayan causado por la enajenación de este combustible, siempre que se utilice exclusivamente como combustible en [14]:

- a)** Maquinaria fija de combustión interna, maquinaria de flama abierta y locomotoras.
- b)** Vehículos marinos y maquinaria utilizada en las actividades de acuacultura.
- c)** Tractores, motocultores, combinadas, empacadoras de forraje, revolvedoras, desgranadoras, molinos, cosechadoras o máquinas de combustión interna para aserrín, bombeo de agua o generación de energía eléctrica, que se utilicen en actividades de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas; cría y engorda de ganado, aves de corral y animales; cultivo de los bosques o montes, así como en la

cría, conservación, restauración, fomento y aprovechamiento de la vegetación de los mismos.

- d)** Vehículos de baja velocidad o bajo perfil, que por sus características no estén autorizados para circular por sí mismos en carreteras federales o concesionadas y siempre que se cumplan los requisitos que mediante reglas de carácter general establezca el Servicio de Administración Tributaria.

Asimismo, los contribuyentes que adquieran diesel para su consumo final que se utilice exclusivamente como combustible en maquinaria fija de combustión interna, maquinaria de flama abierta y locomotoras, independientemente del sector al que pertenezcan, podrán aplicar el estímulo fiscal a que se refiere esta fracción.

**VII.** Para los efectos de lo dispuesto en la fracción anterior, los contribuyentes estarán a lo siguiente:

- a)** Podrán acreditar únicamente el impuesto especial sobre producción y servicios que Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios hayan causado por la enajenación del diesel. Para estos efectos, el monto que dichas personas podrán acreditar será el que se señale expresamente y por separado en el comprobante correspondiente. En los casos en que el diesel se adquiriera de agencias o distribuidores autorizados, el impuesto que los contribuyentes antes mencionados podrán acreditar, será el que se señale en forma expresa y por separado en el comprobante que les expidan dichas agencias o distribuidores y que deberá ser igual al que Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios hayan causado por la enajenación a dichas agencias o distribuidores del diesel, en la parte que corresponda al combustible que las mencionadas agencias o distribuidores comercialicen a esas personas. En ningún caso procederá la devolución de las cantidades a que se refiere este inciso.
- b)** Las personas que utilicen el diesel en las actividades agropecuarias o silvícola señaladas en el inciso c) de la fracción VI de este artículo, podrán acreditar un monto equivalente a la cantidad que resulte de multiplicar el precio de adquisición del diesel en las estaciones de servicio y que conste en el comprobante correspondiente, incluido el impuesto al valor agregado, por el factor de 0.355, en lugar de aplicar lo dispuesto en el inciso anterior. Tratándose de la enajenación de diesel que se utilice para consumo final, Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios o sus agencias o distribuidores autorizados, deberán desglosar expresamente y por separado en el comprobante correspondiente el impuesto especial sobre producción y servicios que Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios hubieran causado por la enajenación de que se trate. El acreditamiento a que se refiere la fracción anterior, únicamente podrá efectuarse contra el impuesto sobre la renta que tenga el contribuyente a su cargo o, en su caso, contra el impuesto al activo, que se deba enterar, utilizando la forma oficial que mediante



reglas de carácter general dé a conocer el Servicio de Administración Tributaria.[14]

**TASAS para el cálculo del impuesto especial sobre producción y servicios aplicables a la enajenación de gasolinas y diesel en el mes de abril de 2004.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

TASAS PARA EL CALCULO DEL IMPUESTO ESPECIAL SOBRE PRODUCCION Y SERVICIOS APLICABLES A LA ENAJENACION DE GASOLINAS Y DIESEL EN EL MES DE ABRIL DE 2004.

Con fundamento en lo dispuesto por los artículos 16 y 31 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y 2o.-A de la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios, se dan a conocer las siguientes tasas (%) para el cálculo del impuesto especial sobre producción y servicios por la enajenación de gasolinas y diesel en el mes de abril de 2004, por agencia y producto:

(%)					
AGENCIA DE VENTAS	GASOLINA PEMEX MAGNA	GASOLINA PREMIUM	PEMEX DIESEL	DIESEL INDUSTRIAL BAJO AZUFRE	DIESEL MARINO ESPECIAL
ACAPULCO	39.59	47.17	32.31	41.70	
AGUASCALIENTES	39.66	46.89	32.37	37.32	
AZCAPOTZALCO	40.80	45.23	38.18	41.21	
CADEREYTA, C.T.T.	39.39	46.73	32.88	35.76	
CAMPECHE	36.88	44.89	28.89	38.74	42.62
CAMPECHE */	15.86		24.37		
CD. JUAREZ	33.94	44.86	26.70	34.55	
CD. JUAREZ */	8.66	25.65	32.20	37.61	
CD. MADERO, C.T.T.	44.02	51.68	37.08	43.95	35.34
CD. MANTE	39.34	46.70	31.95		
CD. OBREGON	38.00	45.37	30.64	32.73	
CD. VALLES	39.81	46.22	33.29		
CD. VICTORIA	42.86	49.81	35.15	44.57	
CELAYA	42.49	49.33	35.32	38.42	
CHIHUAHUA	37.88	39.91	23.77	28.48	
CHIHUAHUA */	5.44		21.36		
COLIMA	36.66	43.88	28.94		
CUAUTLA	36.27	40.76	34.00	40.73	
CUERNAVACA	39.17	43.52	35.65	38.95	
CULIACAN	37.03	44.37	30.13	33.61	
DURANGO	33.05	37.72	24.94	30.31	
EL CASTILLO	36.85	41.44	32.81	36.49	
ENSENADA */	36.83	44.95	29.40	35.98	22.40
ESCAMELA	42.82	50.27	35.78	38.81	
GOMEZ PALACIO	36.44	44.55	29.75	34.20	

GUAMUCHIL	37.61	45.08	30.08	38.68	
GUAYMAS */	50.78				
GUAYMAS C.T.T.	39.18	46.37	33.23	39.50	27.28
HERMOSILLO	36.90	44.36	28.78	24.55	
HERMOSILLO */	32.94	41.12	24.34		
IGUALA	34.14	38.85	30.49		
IRAPUATO	41.98	48.93	36.85	39.12	
JALAPA	40.42	46.67	32.54		
LA PAZ */	36.80	43.75	27.00	40.07	21.82
LAZARO CARDENAS	40.13	47.18	34.27	40.45	31.89
LEON	40.77	46.78	33.17	37.85	
MAGDALENA	31.54	39.13	23.77	31.30	
MANZANILLO	39.71	46.91	33.12	36.08	29.93
MATEHUALA	34.31	41.83	26.45		
MAZATLAN	38.08	46.39	31.45	37.48	29.70
MERIDA	39.26	46.58	32.53	35.13	37.26
MERIDA */	31.42	40.28	23.60	27.81	19.33
MEXICALI */	32.97	42.96	26.84	29.96	
MINATITLAN, C.T.T.	45.38		21.95		47.57
MONCLOVA	38.29	44.96	30.54	32.27	
MONTECARMELINA	36.03	40.64	32.31	35.03	
MORELIA	40.42	47.66	32.89	42.36	
NAVOJOA	34.36	41.71	26.70		
NOGALES */	17.72	34.28	20.77	29.55	
NVO. LAREDO */	13.06	27.21	33.61	36.80	
NVO. LAREDO	41.77	61.09	41.30	41.30	
OAXACA	35.58	43.24	28.03		
PACHUCA	42.60	43.59	35.13	38.69	
PAJARITOS S.L.V.	45.09	52.15	37.42	39.14	48.83
PAJARITOS S.L.V. */	39.75	47.65			
PARRAL	30.31	37.86	22.83		
PEROTE	36.14	42.62	28.47		
POZA RICA	44.29	51.57	37.52	32.36	41.64
PROGRESO C.T.T.	38.41	46.10	32.91	40.45	38.72
PUEBLA	41.28	42.51	34.11	40.37	
QUERETARO	42.50	43.51	35.72	39.62	
REYNOSA	32.08	41.99	30.11		
REYNOSA */	9.83	24.91	30.17	40.39	
ROSARITO */	38.34	46.02	30.80	33.32	21.52
SABINAS	19.99	41.04	28.20	31.99	
SABINAS */	4.55	20.87	22.80	29.29	

SALAMANCA, C.T.T.			18.80		
SALINA CRUZ	41.93	49.08	35.55	40.87	35.05
SALINA CRUZ */	56.54	63.95			
SALTILLO	38.32	45.61	31.14	36.73	
SAN LUIS POTOSI	40.47	47.81	33.35	36.98	
SATELITE NORTE	40.71		37.20	40.05	
SATELITE ORIENTE	40.76	45.26	37.54	40.53	
SATELITE SUR	40.82	45.31	37.64	44.39	
TAPACHULA	37.71	40.28	30.00		22.28
TAPACHULA */	38.58	41.79	30.50	37.31	
TEHUACAN	38.17	45.37	30.79		
TEPIC	29.25	40.03	24.04		
TIERRA BLANCA	42.91	50.07	36.95	25.37	
TOLUCA	42.09	42.90	35.06	39.59	
TOPOLOBAMPO	38.80	46.46	32.56	37.10	27.49
TULA C.T.T.	43.52	52.95	36.82		
TUXTLA GTZ.	30.56	38.79	22.32	30.87	
TUXTLA GTZ. */	28.06	36.30	19.86		
URUAPAN	35.92	43.09	28.42	37.31	
VERACRUZ	43.20	50.85	36.86	40.03	47.82
VILLAHERMOSA	42.74	50.50	32.27	40.48	34.31
VILLAHERMOSA */	18.32	43.66	26.57		
ZACATECAS	37.80	45.08	30.37	36.97	
ZAMORA	36.90	47.50	33.03		
ZAPOPAN	36.51	41.08	31.84		

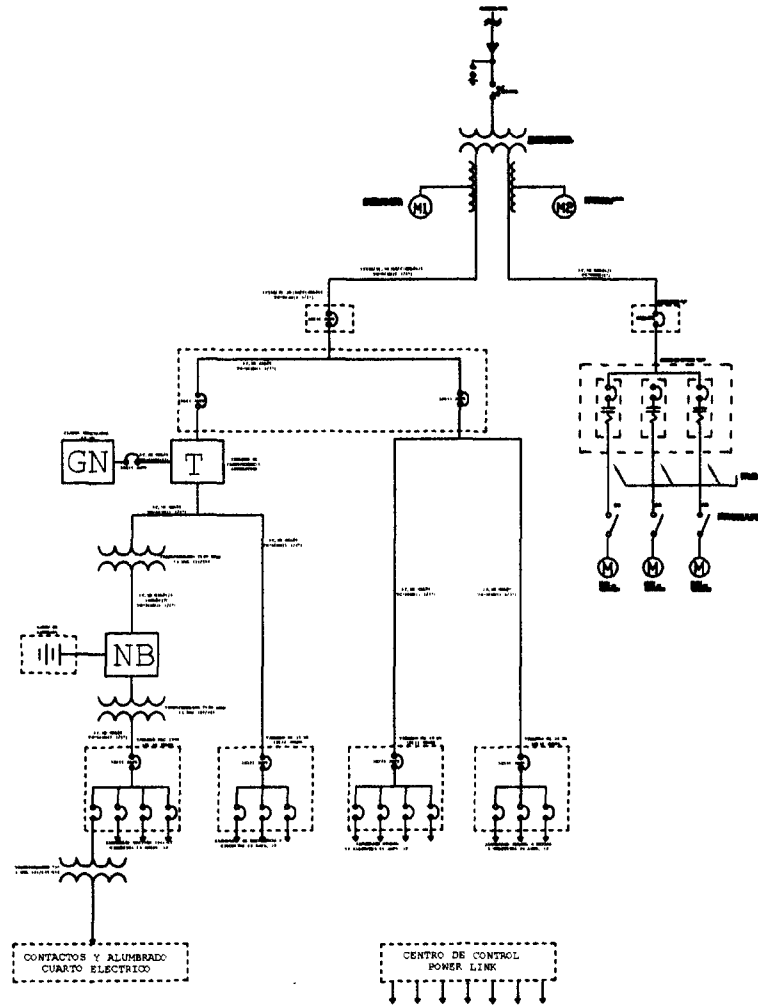
\*/ Causa el Impuesto al Valor Agregado de 10.0%.

Atentamente

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 4 de mayo de 2004.- En ausencia del Secretario de Hacienda y Crédito Público y del Subsecretario del Ramo y con fundamento en el artículo 105 del Reglamento Interior de esta Secretaría, el Subsecretario de Ingresos, **Rubén Aguirre Pangburn**.- Rúbrica.

DIAGRAMA UNIFILAR DE ALUMBRADO Y FUERZA DEL TUNEL DE LA LOMA LARGA



## **Bibliografía**

- [1] Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, Banco Mundial en el Sector de la Electricidad, Washington, DC 20433 EUA 1993.
- [2] Grupo Estrategia Política, Los Desafíos que Enfrenta el Sector de Energía Mexicano en el Siglo XXI, 26 y 27 de Julio, 1999, Ciudad de México, México.
- [3] Página electrónica de la Comisión Federal de Electricidad, <http://www.cfe.gob.mx/>.
- [4] Página electrónica de Luz y Fuerza del Centro, LFC, <http://www.lfc.gob.mx/>.
- [5] El Sector de Energía en México: Análisis y Prospectiva, Luis Téllez K. Secretario de Energía, Secretaría de Energía, Primera Edición 2000.
- [6] Propuesta de Modernización del Sector Eléctrico, 2000
- [7] Balance nacional de energía 2001, Secretaría de Energía, Subsecretaría de Política Energética y Desarrollo Tecnológico, México D.F., Noviembre de 2001.
- [8] Prospectiva del Sector Eléctrico 2002 – 2011, Secretaría de Energía, Subsecretaría de Política y Desarrollo de energéticos y Unidad de Comunicación Social.
- [9] Plant Engineers and Managers Guide to Energy Conservation; Albert Thuman, P.E., C.E.M.; Eighth Edición; THE FAIRMONT PRESS; Prentice Hall.
- [10] Ingeniería Económica, Leland Blank y Anthony Tarquin, Quinta Edición, Editorial McGraw Hill.
- [11] Análisis de la Metodología Actual para Determinar los Cargos por Servicios de Transmisión de Energía Eléctrica para Fuentes Firmes y Fuentes Renovables, Jorge Armando Valle Domínguez, TESIS, Monterrey, N.L., Diciembre del 2003.
- [12] Power System Economics: Designing Markets for Electricity; Steven Stoft, IEEE Press Wiley-Interscience
- [13] C.P. Eliseo Montes Suárez, Lic Enrique Calvo, Lic Enrique Calvo Martínez; Sumario Fiscal Actualizable 2002-2004; México, D.F.; THEMIS, S.A. de C.V., Disposiciones de los Diarios Oficiales de la Federación.
- [14] Congreso General de los Estados Unidos; Ley de Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal del 2004; México D.F., Diario Oficial (Primera Sección), Miércoles 31 de Diciembre del 2003.
- [15] Comisión Reguladora de Energía; Metodología para la determinación de los cargos por servicios de transmisión de energía eléctrica. Resolución Num. RES/146/2001

[16] Dr. Armando Llamas, Dr. Federico Viramontes, Dr. Oliver Probst, Dr, Ruth Reyna, Anibal Morones y Manuel González; “Situación del Sector Eléctrico en México”, Centro de Estudios de Energía, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey.

