



01178

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO 10

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

LA DIVERSIFICACIÓN DE SERVICIOS COMO ESTRATEGIA  
EMPRESARIAL PARA CFE: EL CASO DE LAS  
TELECOMUNICACIONES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA CON  
ESPECIALIDAD EN ENERGIA

P R E S E N T A:

ADOLFO JAVIER PATIÑO RODRIGUEZ



DIRECTOR DE TESIS: Dr. Gerardo Serrato Ángeles



Ciudad Universitaria

Noviembre 2003

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# PAGINACIÓN DISCONTINUA

# DEDICATORIAS

## A MIS PADRES:

Porque gracias a su paciencia pude regresar al "Camino correcto", permitiéndome llegar hasta donde estoy ahora.

## A COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD:

Soy un hombre lleno de pasión por la vida y todo lo que hace, eso incluye mi trabajo, he logrado enfrentar mucho retos y superarlos, como profesional mi formación ha sido íntegra y todo lo que ahora tengo, se lo debo a CFE y a todos los que han influido en mi vida en esta empresa, espero realmente nunca fallarles y seguir aportando mi esfuerzo diario en busca de hacer de Comisión Federal de Electricidad aún más grande y lo mejor del mundo.

## AL SUTERM:

Estoy en la empresa gracias a que el sindicato a través del Dr. Eduardo Lecanda Payan me dio la oportunidad de hacer lo que más me gusta en esta vida y lejos de ser para mí un trabajo, es la oportunidad de divertirme en una empresa que tanto quiero.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INTRODUCCION

i

### CAPITULO I CFE Y SU FUTURO

1. Introducción	1
1.1. Historia de CFE	1
1.2. Estrategia actual de CFE	3
1.3 Perspectivas de la industria eléctrica	4
1.3.1 Perspectivas del sector eléctrico en el mundo	4
1.3.2 Tendencia en el uso de energéticos primarios para la generación eléctrica en México y el Mundo	6
1.3.3 Perspectiva del sector eléctrico en México	8
1.4 La diversificación de servicios en empresas eléctricas	11
1.4.1. Empresas eléctricas en el mundo	11
1.4.2 La reestructuración de la industria eléctrica	11
1.4.3 Estado actual de la propuesta de reestructuración de la industria eléctrica en México	13
1.4.4. Perspectivas para CFE: La diversificación	15
1.4.6. Las telecomunicaciones un riesgo viable	16
1.5. Conclusiones	17

### CAPITULO II LAS TELECOMUNICACIONES Y LAS EMPRESAS ELECTRICAS

2. Introducción	18
2.1 Importancia de las Telecomunicaciones	18
2.1.1 En el Mundo	18
2.1.2 En México	20
2.2 Las telecomunicaciones en las empresas eléctricas	23
2.2.1 En el Mundo	23
2.2.2 En México	25

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

C

2.3 Competidores potenciales	26
2.3.1 Telmex	26
2.3.2 Avantel	27
2.3.3 Bestel	28
2.4 Conclusiones	29

### **CAPITULO III**

#### **ANÁLISIS DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES DE C.F.E.**

3.1 Introducción	30
3.1.1 La infraestructura de Telecomunicaciones	30
3.1.2 Red de C.F.E	32
3.1.3 Red de Transporte	34
3.1.4 Red de Acceso	36
3.1.5 Red de Distribución	37
3.2 Plan de acción de una red de telecomunicaciones	37
3.2.1 Nodos Principales	37
3.2.2 Características de la Red	38
3.3. Necesidades de modernización de las redes de transporte, acceso y distribución	39
3.3.1 Fibra Óptica	40
3.3.1.1 Características del OPGW	40
3.3.2 Microondas	44
3.3.2.1 Necesidad de Modernización de la red de Microondas	44
3.3.2.2 Beneficios de la Modernización	45
3.3.3 Tecnología SDH	45
3.3.3.1 Ventajas y Desventajas	47
3.3.4 Tecnología DWDM (Multiplexaje por División en Densidad de Longitud de Onda)	49
3.3.4.1 Características	49
3.3.4.2 ¿Por qué utilizar DWDM?	50

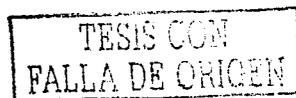
1-1

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

3.3.4.3 Ventajas y Desventajas	51
3.4. Tecnología propuesta para la red de acceso	51
3.4.1 Tecnología LMDS	52
3.4.1.1 Topología de la Red	52
3.4.1.2 Ventajas, Desventajas y Aplicaciones	54
3.4.2 Tecnología Gigabit Ethernet	55
3.4.2.1 Antecedentes de la Tecnología	55
3.4.2.2 Arquitectura	57
3.4.2.3 Ventajas y Desventajas	57
3.5 Tecnologías propuesta para la red de distribución	58
3.5.1 Tecnología PLC (Power Line Communication)	58
3.5.2 Descripción de la tecnología	58
3.5.3 Ventajas	59
3.5.4 Limitantes	60
3.6 Conclusiones	61

**CAPITULO IV**  
**EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO “PLC EN LA CIUDAD DE**  
**MERIDA, YUCATÁN POR C.F.E.”**

4.1 Introducción	63
4.2 Destino de Los servicios	63
4.3 Servicios Ofrecidos	63
4.4 Requerimientos para la prueba piloto	64
4.5 Normatividad técnica	64
4.6 Trabajos que efectuará CFE	65
4.7 Estudio Económico	66
4.8 Costos de los equipos utilizados	66
4.9 Costo de ingeniería	67



4.10 Estimación de ingresos	68
4.10.1 MVS Igate	68
4.10.1.1 Tarifa	68
4.10.2 Telmex	69
4.10.2.1 Tarifa	69
4.10.3 Intercable	69
4.10.3.1 Tarifa	70
4.10.4 Resumen	70
4.11 Calculo de Egresos	70
4.11.1 Calculo de salarios y prestaciones del personal	71
4.11.2 Calculo de egresos por gastos administrativos	71
4.11.3 Calculo del costo de la contratación de los servicios	72
4.11. 4 Calculo de la renta mensual	73
4.11. 5 Comparativo	73
4.12 Ingresos	74
4.13 Egresos	75
4.14 Resultado del análisis financiero	76
4.15 Conclusiones	77
<b>CONCLUSIONES</b>	78
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	81
<b>ANEXO A</b>	

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## INTRODUCCIÓN

En todo el mundo el tema de las empresas energéticas que ingresan a otros nichos de mercado es cada vez más recurrente, la apertura en la regulación del sector energético a provocado un giro total en la visión de hacer negocios de estas compañías logrando obtener ventajas competitivas en otros nichos de mercado. La infraestructura que poseen, les ha permitido ofrecer una variedad de servicios; lo que ha provocado que estas compañías deriven en Empresas Multiservicios capaces de ofrecer servicios que van desde Agua Potable hasta Telecomunicaciones.

En la actualidad la desregulación del sector eléctrico ha cambiado el entorno de las empresas eléctricas en el Mundo, ahora buscan aprovechar las ventajas competitivas de la globalización explotando la infraestructura con que cuentan. Ingresar a otros negocios les ha permitido seguir creciendo económicamente debido al gran éxito que han tenido en algunos de estos negocios como es el de las telecomunicaciones, esto les ha hecho depender cada vez menos de vender solo energía eléctrica llegando en algunos casos a ser un negocio secundario como es el caso de la empresa "Montana Power" en Estados Unidos. Fue tan grande el éxito del negocio de las telecomunicaciones en esta empresa que terminó vendiendo para el 2001 la parte de generación de energía eléctrica para quedarse solo con el negocio de las telecomunicaciones dejando de ser "Montana Power" para convertirse en "Touch America" empresa proveedora de servicios de telecomunicaciones, lo anterior porque se vio que era un negocio mucho más rentable y con mayores perspectivas de crecimiento.

Las empresas eléctricas tienen dentro de sus activos un conjunto de estructuras idóneas para la colocación de equipos e instalaciones para la explotación de servicios de telecomunicaciones. A sido tal la expansión de la red de telecomunicaciones para uso interno, que dadas las nuevas condiciones regulatorias del sector se dieron cuenta de las ventajas competitivas que podían obtener de esta nueva reglamentación, por lo que muchas empresas establecieron unidades de negocio en la cual la actividad primaria es la explotación de los servicios de telecomunicaciones para ofrecerlos a terceros. Esto Requiere de un cambio en la organización en la misión y visión pero principalmente en la forma de ver y hacer negocios por parte de las empresas eléctricas, las cuales pueden ingresar recursos financieros aparte de los ingresos proporcionados por la generación de energía eléctrica, además de aprovechar infraestructura ociosa lo que permite disponer de recursos "frescos" para la modernización tecnológica de sus redes, lo que significa no solo beneficios para la red de telecomunicaciones, si no también para el negocio de generación de energía eléctrica.

## Introducción

---

El entorno que rodea a CFE con supuestas reestructuraciones, de venta de activos y pasivos, de propuestas de reforma a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica por parte de los diferentes partidos políticos en México y en algunos casos a la constitución, han cambiado el clima que envuelve a CFE y la amenazan con dejar de ser la única empresa generadora de energía eléctrica en el país, así mismo, las presiones por parte del gobierno federal para permitir la inversión privada en el sector eléctrico con el argumento de que el ritmo de la demanda ha rebasado la capacidad de inversión por parte del gobierno y que la falta de recursos para inversión en la modernización tecnológica de la empresa impedirá el cumplimiento del objetivo principal marcado a CFE en su fundación el 14 de agosto de 1937. Los gastos por mantenimiento se incrementan debido a la obsolescencia de sus plantas y equipos, esta falta de modernización provoca que no sean suficientemente eficientes y que sus gastos de operación sean cada vez mayores y esto repercute al final en el costo del Kwh.

Mucho se ha dicho y más escrito, acerca de la posible reforma de la industria eléctrica en México y de la necesidad de otorgarle autonomía de gestión a CFE. Este trabajo busca aportar ideas o complementar, las ya existentes. Tratando de demostrar que CFE tiene un inmenso potencial en otra clase de negocios muy ajenos a la generación de energía eléctrica que le den viabilidad en el nuevo contexto liberalizado, caracterizado por una mayor competencia y apertura al mercado internacional.

Así, en este trabajo partimos del supuesto, que se le a otorgar autonomía de gestión a CFE, lo que le da la posibilidad de convertirse en una empresa multiservicios a través de una sola infraestructura, capaz de proporcionar servicios de telecomunicaciones. Esto le daría la oportunidad de diversificar sus ingresos económicos y, no depender exclusivamente de las ventas de la generación de energía eléctrica, lo que en la actualidad es una limitante en la explotación de la amplia infraestructura de CFE. De esta forma la carencia de recursos no permite a la organización hacerle frente a la actualización tecnológica que se esta viviendo en estos tiempos tan importante y competitivos.

La unidad de negocio que se analizará en este trabajo es él de las telecomunicaciones. La red eléctrica de CFE tiene una cobertura de más de 125,913<sup>1</sup> poblaciones, lo que potencialmente permitiría tener una red de telecomunicaciones de igual magnitud debido al aprovechamiento de la tecnología Power Line Communication<sup>2</sup>, la cuál ya esta en prueba<sup>3</sup> dentro de la empresa con un par de programas piloto en las ciudades de Mérida y Monterrey. Además de poseer una

---

<sup>1</sup> Dato obtenido de la pagina de CFE <http://www.cfe.gob.mx>.

<sup>2</sup> Power Line Communication: Tecnología que se utiliza para proporcionar servicios de telecomunicaciones a través de los cable de energía eléctrica

<sup>3</sup> Boletín informativo de la Cámara Nacional de la Industria de Telecomunicaciones e Informática del 9 de enero del 2003.

## Introducción

---

amplía red de Fibra Óptica montada sobre las líneas de alta tensión por medio del cable de guarda, llamado OPGW<sup>1</sup>. Esto último es una gran ventaja debido a que no se tiene que pagar derechos de vía, situación de la que carecen las empresas privadas proveedoras de servicios de telecomunicaciones, algunas de las cuales deben establecer convenios con CFE para arrendar este tipo de infraestructura con que cuenta CFE. Actualmente la longitud de la red propia de CFE es bastante importante y se pretende ampliarla mediante diversos proyectos hasta 21,000 km de longitud en corto plazo, mientras que empresas como Avantel poseen aproximadamente alrededor de 8,000<sup>5</sup> km de fibra y Bestel con 6,356<sup>6</sup> km.

Otra ventaja es la diversidad de plataformas tecnológicas en el campo de las telecomunicaciones, por lo que la inversión necesaria para proporcionar servicios diversos de telecomunicaciones es relativamente baja, y la posibilidad de ofrecer redes integradas es gigantesca entre los cuales podemos nombrar:

- Video bajo demanda
- Internet
- Telefonía
- Teleseguridad
- Telemedicina
- Televisión por cable
- Teleducación
- Videoconferencia
- Transmisión de datos
- Servicios de consultaría

Actualmente en México, a pesar del alto nivel de penetración en materia de las telecomunicaciones, sigue existiendo un nivel relativamente bajo de desarrollo del sector. La creciente demanda de diversos servicios integrados por parte de la población nacional surge de las propias necesidades, por lo que tener una fuerte infraestructura de telecomunicaciones es cada vez más importante para el desarrollo económico y humano de la sociedad.

El mundo de los negocios en México no está exento de esto y el entorno empresarial ha sufrido desde sus cimientos una transformación radical, ahora sobreviven las empresas que incorporan en gran medida las telecomunicaciones a sus procesos de negocios, siendo parte decisiva en el crecimiento económico de estas empresas.

---

<sup>1</sup> Optical Ground Wire (Cable de Guarda con Fibra Óptica): Este cable va en la parte más alta de las torres de alta tensión y hace una doble función que es la de proteger la línea contra descargas atmosféricas y llevar fibra óptica para la red de telecomunicaciones.

<sup>5</sup> Información disponible en <http://www.avantel.com.mx>

<sup>6</sup> Información disponible en <http://www.bestel.com.mx>

## Introducción

---

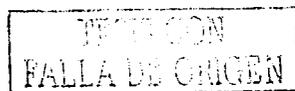
Todas estas condiciones hacen de la incursión de CFE en el negocio de las telecomunicaciones una gran oportunidad de desarrollo y de captación de recursos en su totalidad. Pero son sobre todo porque se dispone del material técnico y humano para llevarlo a cabo.

La función social de la empresa sería llevar el servicio de telecomunicaciones a las poblaciones más apartadas del país logrando su plena integración de servicios.

Si bien son muchas las ventajas tanto para la empresa como para el país, que puede aprovecharse al permitir a CFE ser una empresa multiservicios, que ingrese a un mercado como el de las telecomunicaciones, esta no es una tarea sencilla. Se requiere sumar esfuerzos y voluntades, de un fuerte compromiso institucional que permita conciliar posiciones encontradas acerca de la viabilidad de empresas públicas en un contexto liberalizado. Este trabajo se sustenta metodológicamente sobre la búsqueda bibliográfica de un gran número de fuentes relacionados sobre el tema de la diversificación de servicios en la industria eléctrica, los cuales se analizan de tal manera de identificar sus principales aspectos tanto técnicos, económicos e institucionales.

Así el objetivo de este trabajo es el de aportar algunas ideas que ayuden al desarrollo de una empresa que es fundamental para el crecimiento del país: Prefiero ser propositivo en mi vida y trato de hacerlo con este trabajo. Para terminar me quedo con una frase extraída de la teoría llamada punto de equilibrio para juegos estratégicos del Dr. John F. Nash que me tiene realmente impactado

*"Lo mejor para un grupo es que cada individuo haga lo mejor para si mismo y para el grupo, es decir mostrarse cooperativos, de esa forma todos saldrán ganando".*



## Introducción

En el capítulo 1 se presenta la historia de CFE haciendo énfasis en los objetivos para los que fue creada. En este capítulo se analizan igualmente y sus perspectivas hacia un México plenamente integrado a la globalización.

En el Capítulo 2 se hace referencia a la importancia que ha tomado las telecomunicaciones en las empresas en todo el mundo y el impacto que podría tener en México.

En el capítulo 3 Se analiza la red de telecomunicaciones de CFE, la identificación de las necesidades de modernización de la misma, la cual es parte importante para la nueva unidad de negocio.

Para el capítulo 4 se hace una evaluación técnico-económica del proyecto piloto que se esta llevando a cabo en la Ciudad de Mérida, Yucatán a fin de mostrar la viabilidad tecnológica de la oferta de servicios de telecomunicaciones por parte de CFE y su rentabilidad financiera.



---

**CAPITULO I****CFE Y SU FUTURO****I. INTRODUCCIÓN**

En este capítulo haremos una pequeña reseña histórica de CFE, de cómo fue su fundación y lo objetivos primarios para la que fue creada. También repasaremos muy rápidamente su evolución a través de los años hasta llegar a nuestros días, para llegar a su estrategia actual. Así mismo veremos el crecimiento que ha tenido CFE en su capacidad de generación.

También se hace un rápido análisis de las perspectivas en México y el Mundo del sector eléctrico y las tendencias en el uso de energéticos primarios para la generación eléctrica.

Describiremos como las empresas en todo el mundo han comenzado a diversificar los servicios que ofrecen buscando aprovechar las bondades de la globalización y como una forma de explotar su infraestructura para obtener ventajas competitivas y crecimiento económico.

**1.1. HISTORIA DE CFE**

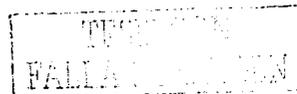
Hasta antes de la fundación de CFE el suministro de energía eléctrica era prestado por particulares extranjeros. En ese entonces el país contaba con 18.3 millones de mexicanos los cuales solo el 38% de ellos contaba con energía eléctrica, es decir, 11.346 millones carecían de este fundamental servicio<sup>1</sup>.

En ese entonces la oferta no satisfacía la demanda, las interrupciones eran constantes, las tarifas elevadas y estas empresas solo se concentraban en prestar el servicio en las zonas urbanas. Sin pensar en las zonas rurales donde radicaba el 67% de la población, aproximadamente 12.261 millones de mexicanos. Situaciones que no permitían el desarrollo económico de la nación.

Para hacer frente a está situación el gobierno fundo Comisión Federal de Electricidad como medio de desarrollo del bienestar de todos los mexicanos a través de la producción de un bien público, fundamental y estratégico con contaba con tres objetivos básicos todos enfocados a que el estado garantizará este servicio en beneficio de la sociedad en general y no sólo de unos cuantos particulares.

---

<sup>1</sup> Información disponible en <http://www.cfe.gob.mx>



Tales objetivos se enuncian a continuación<sup>2</sup>:

- Todos tienen derecho a la energía eléctrica sin discriminación de ningún tipo, con la máxima calidad y al más bajo costo.
- La energía eléctrica como fuente fundamental del desarrollo sustentable, es decir, como parte del aparato productivo para generar bienes y servicios, en beneficio de la Nación y de todos los Mexicanos.
- Sólo le competará a la Nación la Generación, Transmisión, Transformación, Control, Distribución y Comercialización de la energía eléctrica.

Así surgieron los primeros proyectos de CFE de los cuales podemos mencionar Teloloapan en Guerrero; Pátzcuaro en Michoacán; Suchiate en Oaxaca, y Ures en Sonora. En 1938, se contaba con tan solo una capacidad de 64 Kw, para 1946 se logró alcanzar 45 mil 594 Kw.

En la década de los 60's la inversión pública destinó más del 50% a obras de infraestructura. Por lo que se construyeron importantes centros generadores en aproximadamente 10 años se instalaron plantas generadoras por el equivalente a 1.4 veces lo hecho hasta esta época.

En esta década se dio un hecho que cambió el sector eléctrico nacional, el Presidente Adolfo López Mateos nacionalizó la industria eléctrica el 27 de septiembre de 1960. La nacionalización de la industria eléctrica respondió a la necesidad de integrar el Sistema Eléctrico Nacional, de extender la cobertura del suministro y de acelerar la industrialización del país.

En los 70's, se logró mantener el reto de sostener un ritmo de crecimiento que provocó que se instalaran centrales generadoras por el equivalente a 1.6 veces lo hecho anteriormente, lo que aumentó la capacidad instalada hasta llegar a 17,360 Mw. Durante los 80's se detuvo el crecimiento debido a las crisis económicas por las que atravesó el país. Ya durante los 90's se contaba con una capacidad instalada de 26,797 Mw.

Hasta marzo del 2003<sup>1</sup> CFE, incluyendo productores externos, cuenta con una capacidad instalada de 40,354.24 Mw, de los cuales 9,378.82 MW son de hidroeléctricas, 26,160.46 Mw a termoeléctricas; 2,600.00 Mw a carboeléctricas; 847.90 Mw a geotermoeléctricas; 1,364.88 Mw a la nucleoelectrica y 2.18 Mw a la eoloelectrica. Gracias a esto, el día de hoy no sólo es posible que 125,323 localidades cuenten con electricidad, lo que representa casi 80 millones de mexicanos; sino que CFE se ha consolidado en todos sus procesos al nivel de las mejores empresas del mundo.

<sup>2</sup> Información disponible en <http://www.cfe.gob.mx>

<sup>1</sup> Datos estadísticos obtenidos de <http://www.cfe.gob.mx>



## 1.2. ESTRATEGIA ACTUAL DE CFE

En la actualidad, los vientos de cambio en el sector eléctrico provenientes del exterior han provocado que CFE tenga que modificar sus perspectivas de lo que es una empresa pública. Ahora la globalización pide a las empresas mayor dinamismo y eficiencia. Las empresas públicas como CFE no están exentas de esto, por lo que ha tenido que actualizar sus políticas establecidas desde hace mucho tiempo. El proteccionismo del cual gozaba por parte del gobierno al mantenerla como la única empresa generadora de energía eléctrica se ha terminado: La ola de supuestas reestructuraciones y apertura a la competencia ha provocado que CFE haya establecido su misión institucional y objetivos estratégicos en busca de consolidarse como una empresa altamente eficiente, preocupada por sus clientes, el medio ambiente y de tener empleados y directivos altamente capaces, pero principalmente de ser una empresa de clase mundial.

### Misión Institucional

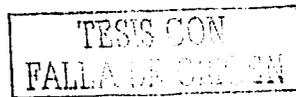
La misión de Comisión Federal de Electricidad involucra todas aquellas actividades enfocadas a asegurar, optimizar y proporcionar servicios de energía eléctrica de alta calidad en todo el país. Siendo los puntos clave de la misión de la institución los siguientes:

- Asegurar, dentro de un marco de competencia y actualizado tecnológicamente, el servicio de energía eléctrica, en condiciones de cantidad, calidad y precio, con la adecuada diversificación de fuentes de energía.
- Optimizar la utilización de su infraestructura física, comercial y de recursos humanos.
- Proporcionar una atención de excelencia a nuestros clientes.
- Proteger el medio ambiente, promover el desarrollo social y respetar los valores de las poblaciones donde se ubican las obras de electrificación.

### Objetivos Estratégicos

Estos objetivos buscan consolidar la eficiencia de CFE, tratando de llevar sus indicadores de operación a niveles internacionales en materia de productividad, competitividad y excelencia a través de la certificación de todos sus procesos y personal en las normas ISO-9000/2000. Pero sobre todo busca ser reconocida por sus usuarios como una empresa preocupada por el servicio al cliente y un punto muy importante es el de promover la alta calificación y desarrollo profesional de trabajadores y directivos de Comisión Federal de electricidad<sup>1</sup>

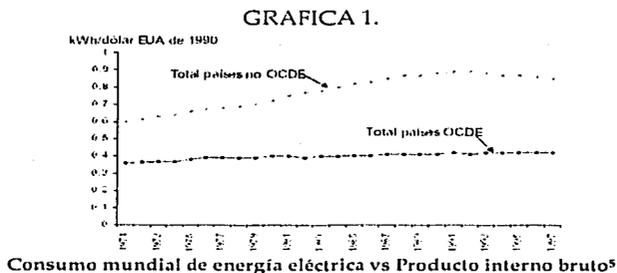
<sup>1</sup> Información disponible en <http://www.cfe.gob.mx>



## 1.3. PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA ELECTRICA

## 1.3.1 PERSPECTIVAS DEL SECTOR ELECTRICO EN EL MUNDO

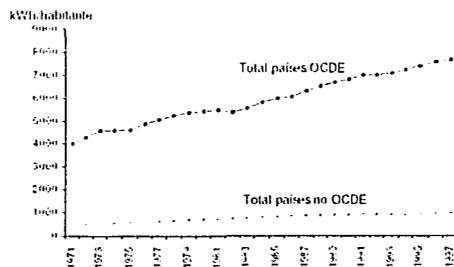
La energía eléctrica es un insumo básico para la producción de otros bienes y servicios y es un factor fundamental para el bienestar de la población. La demanda de este energético está ligada al crecimiento económico, como se puede apreciar en la gráfica 1. Sin embargo, después de la crisis de los energéticos de la década de los años setenta, esa relación dejó de ser tan estrecha en los países industrializados de la Organización para la Cooperación Económica (OCDE) y se mantuvo en las naciones en desarrollo.



En los países industrializados el incremento de la demanda eléctrica con respecto al crecimiento económico disminuyó debido a que los altos precios relativos de los energéticos impulsaron una estrategia para reducir su consumo. Dicha estrategia se apoyó en programas de ahorro de energía, avances tecnológicos, optimización de los procesos productivos y desarrollo de actividades que generan un mayor valor agregado y que consumen poca energía.

Así en Estados Unidos de América y Canadá la demanda de energía eléctrica tuvo un valor cercano a 2% en la década de los sesentas y se redujo a alrededor de 1.2% en las dos últimas décadas, es decir, el consumo de energía eléctrica necesario por cada unidad monetaria disminuyó en 60%. En el caso de los países de OCDE del Pacífico, Japón, Australia y Nueva Zelanda, la elasticidad ingreso registró una gradual reducción de un nivel de 2% en la década de los sesentas a poco más de 1% en 1995.

<sup>5</sup> Fuente: Energy balances of OCDE countries, 1997-1997 statics 1999

Gráfica 2: Consumo de energía<sup>6</sup>

En las naciones en vías de desarrollo esa reducción no se presentó, debido a que el uso de la energía eléctrica es relativamente bajo y la demanda de electricidad en estos países presenta una tendencia de crecimiento natural para alcanzar estándares internacionales que se ve impulsada en la medida que sus economías se industrializan y se extiende el servicio de energía eléctrica a la mayoría de la población. A pesar de lo expuesto anteriormente, el consumo per cápita en los países industrializados sigue siendo mayor al de las economías en desarrollo. Actualmente, el consumo per cápita en esas economías es siete veces superior al de las naciones en vías de desarrollo gráfica 2. Lo anterior refleja el mayor nivel de bienestar de los países industrializados.

De acuerdo con las estimaciones del Departamento de Energía de los Estados el consumo neto mundial de energía eléctrica pasará de 12,260 Terawatts-horas (TWh) en 1997 a 21,574 TWh en el año 2020, con una tasa media de crecimiento anual de 2.5% (cuadro 1.1).

REGION	Históricos	Proyectados					Crecimiento anual
	1990	1997	2005	2010	2015	2020	1997-2020
PAISES INDUSTRIALIZADOS	6,353	7,287	8,252	8,960	9,628	10,255	1.5
Estados Unidos de América	2,817	3,279	3,647	3,909	4,155	4,350	1.2
Europa Oriental/ex unión soviética	1,906	1,484	1,550	1,720	1,873	2,115	1.6
PAISES DESARROLLO EN	2,265	3,489	4,911	6,145	7,328	9,203	4.3
asiáticos en desarrollo	1,260	2,103	3,071	3,899	4,707	5,957	4.6
China	551	956	1,521	2,045	2,588	3,450	5.7
India	257	397	626	788	937	1,154	4.7
otros asiáticos en desarrollo	452	750	924	1,066	1,182	1,353	2.6
centro y Sudamérica	448	624	875	1,092	1,272	1,619	4.2
	10,524	12,260	14,713	16,826	18,828	21,574	2.5

Fuente: International Energy Outlook 2000, DOE/EIA.

<sup>6</sup> Fuente: Energy balances of OCDE countries, 1997-1997 statics 1999.

El estudio muestra que las economías industrializadas registrarán un crecimiento medio anual de 1.5% en el período de proyección. El crecimiento en estas naciones será compensado con un lento aumento poblacional y por incrementos de eficiencia en el uso de la electricidad.

Los países en desarrollo tendrán una tasa de crecimiento medio anual de 4.3% en la demanda de electricidad, por el elevado aumento poblacional, por el mayor crecimiento económico, apoyado en la industrialización, y por una creciente electrificación residencial. Con estas proyecciones, la participación de las naciones en desarrollo en el consumo neto mundial de energía eléctrica se elevará del 28% en 1997 al 42% en el 2020.

Las naciones en transición de Europa oriental y de la Ex unión Soviética mostrarán una tasa media de crecimiento de 1.6% anual al pasar de 12% en 1997 al 10% en el 2020, como resultado de un crecimiento económico positivo durante los próximos años (algo que no se ha visto desde la disolución de la Unión Soviética).

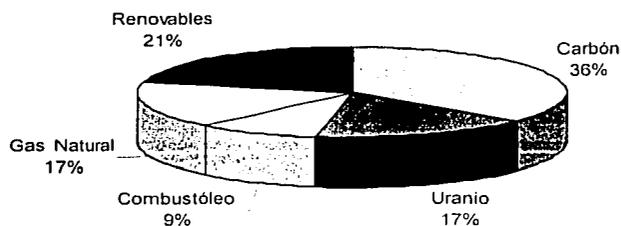
Las naciones en desarrollo de Asia y de Centro y Sudamérica presentarán el mayor crecimiento en el consumo de energía eléctrica, con tasas medias de 4.6% y 4.2%, respectivamente, para el período 1997-2020.

Para los países en desarrollo de África y de Oriente Medio se estima que el incremento anual en el consumo de energía eléctrica será de 3.7% y 3%, respectivamente, en el lapso 1997-2020.

Para Norteamérica se espera que EUA y Canadá presenten tasas medias de crecimiento de la demanda eléctrica del orden de 1.2% anual en el lapso 1997-2020. Ello contrasta con el 4% de crecimiento anual de la demanda eléctrica esperado para México en el periodo 1997-2020.

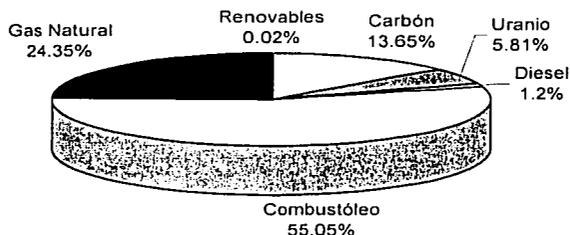
### 1.3.2 TENDENCIA EN EL USO DE ENERGÉTICOS PRIMARIOS PARA LA GENERACIÓN ELÉCTRICA EN MÉXICO Y EL MUNDO

Existen diversas fuentes de energía primaria para la generación de energía eléctrica; entre ellas se encuentran el carbón, los derivados del petróleo (básicamente combustóleo y diesel), el gas natural, la energía nuclear y las energías renovables (solar, eólica, biomasa y principalmente hidráulica). El uso de cada una de ellas varía sensiblemente entre las distintas regiones del planeta en función de sus propias características y de los recursos con que cuentan. En la gráfica 3 se puede apreciar claramente el uso de estos recursos a nivel mundial.



Gráfica 3: Evolución mundial del uso de energéticos para la generación de energía eléctrica<sup>7</sup>

El uso de estos energéticos en México es muy distinto del resto del mundo, siendo un país netamente exportador de petróleo. Uno los combustibles más utilizados según la Secretaría de Energía es el combustóleo seguido del gas natural, en la gráfica 4 se muestra de forma más sencilla la utilización de estos energéticos.



Gráfica 4: Evolución en México del uso de energéticos para la generación de energía eléctrica<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Fuente: International Energy Outlook 2000, DOE/EIA.

<sup>8</sup> Fuente: International Energy Outlook 2000, DOE/EIA.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 1.3.3 PERSPECTIVAS DEL SECTOR ELECTRICO EN MEXICO

La Prospectiva del sector eléctrico<sup>9</sup> 2000-2011, comprende la planeación de la expansión del sistema eléctrico de Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro.

**Capacidad de Generación futura.** Durante los próximos diez años, el SEN requerirá adiciones de capacidad por un total de 28,862 MW, de las cuales 14,228 MW se consideran como capacidad comprometida y 14,634 MW se obtendrán de proyectos de capacidad adicional no comprometida. La capacidad remota de los proyectos de autoabastecimiento y cogeneración considerada para la expansión del sistema de generación en el periodo 2000-2011, será de 1,438 MW con lo cual la capacidad adicional total será de 30,300 MW

**Autoabastecimiento y Cogeneración.** Hasta ahora, las plantas privadas de autoabastecimiento y cogeneración han tenido poca influencia en la planeación y operación del SEN. Se espera que cambie esta situación en los próximos años, ya que se tiene programada la entrada en operación de diversas plantas de cogeneración y autoabastecimiento de capacidad importante, algunas de las cuales han solicitado los servicios de transmisión y respaldo a CFE y LFC. Para proporcionar estos servicios es necesario instalar reserva adicional de generación y realizar ajustes en el programa de expansión de la red de transmisión.

**Requerimientos de inversión.** La inversión programada en el sector eléctrico para satisfacer el crecimiento previsto de la demanda de 5.6% anual, en los próximos diez años. Se estima que para el periodo 2002-2011 será necesario invertir 586 mil millones de pesos, desglosados como sigue: 38% para proyectos de generación, 25% en infraestructura de la red de transmisión, 22% en la red de distribución, 14% en obras de mantenimiento, y 1% en otras inversiones.

El sector eléctrico demandará inversiones crecientes durante los próximos años, superiores a las históricamente observadas. La inversión financiada bajo la modalidad PIDIREGAS (Proyecto de Impacto Diferido en el Registro de Gasto) de Obra Pública Financiada (OPF), representará 53% del total de requerimientos financieros del periodo 2002-2011.

En el renglón de generación, los proyectos de inversión privada representarán 99% de la inversión total. Prácticamente, CFE y LFC concentrarán sus inversiones en los proyectos de transmisión, distribución y otras inversiones. De esta forma, se confirma el carácter relevante que deberá jugar la inversión privada, nacional o extranjera en la expansión del SEN.

---

<sup>9</sup> Prospectiva del sector eléctrico. Disponible en <http://www.energia.gob.mx>

Estados financieros de CFE. En los últimos años Comisión Federal de Electricidad (CFE) ha transferido recursos muy cuantiosos al Gobierno Federal: consideremos como referencia el reporte financiero de CFE del año 2003<sup>10</sup>, en las tablas 1 y 2, se indican los estados financieros de la empresa durante el primer trimestre del año comportándose de la siguiente manera:

BALANCE GENERAL			
ACTIVO		PASIVO Y PATRIMONIO	
Efectivo e Inversiones Temporales	\$ 26,141	Porción circulante de la deuda documentada	7,135
Cuentas y Documento por cobrar		Porción circulante del arrendamiento de plantas, instalaciones y equipos	6,503
Consumidores y otros deudores, neto.	16,953	Porción circulante del arrendamiento de PIDIREGAS	3,315
Luz y Fuerza del Centro	5,351	Proveedores y contratistas	12,701
Total documentos por cobrar	22,304	Impuestos al valor agregado por pagar	1,103
Materiales para operación, neto	13,795	Impuestos y derechos por pagar	1,068
<b>TOTAL DEL ACTIVO CIRCULANTE</b>	<b>62,240</b>	Otras cuentas por pagar y pasivos acumulados	3,265
Prestamos a trabajadores para vivienda	2,014	Depósitos de usuarios y contratistas	3,578
Plantas, Instalaciones y Equipos, Neto	515,513	<b>TOTAL DEL PASIVO CIRCULANTE</b>	<b>38,668</b>
Otros Activos	4,233	Deuda documentada	16,953
Activo Intangible pendiente de amortizar	8,100	Arrendamiento de Plantas, Instalaciones y Equipos	7,100
<b>TOTAL DE ACTIVO</b>	<b>\$ 592,100</b>	Arrendamientos de PIDIREGAS	31,570
		Otros pasivos a largo plazo	847
		Obligaciones Laborales al retiro	128,605
		Total del Pasivo	223,743
		<b>PATRIMONIO</b>	
		Patrimonio Acumulado	374,760
		Aportaciones recibidas	1,081
		Pérdidas neta del año	1,297
		Insuficiencia en la actualización del patrimonio	6,187
		<b>TOTAL DEL PATRIMONIO</b>	<b>368,357</b>
		<b>TOTAL DEL PASIVO Y PATRIMONIO</b>	<b>592,100</b>

Tabla1. Balance General hasta el primer trimestre del 2003 de Comisión Federal de Electricidad

<sup>10</sup> Ver sitio Internet CFE: <http://www.cfe.gob.mx/>

<b>ESTADO DE RESULTADOS</b>	
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	65,904
<b>COSTOS Y GASTOS</b>	
De explotación	52,230
Depreciación	9,634
Gastos administrativos	1,499
Costo actuarial del año de obligaciones laborales	7,443
<b>UTILIDAD (PERDIDA) DE OPERACIÓN</b>	<b>70,806</b>
<b>COSTO INTEGRALES</b>	
Gasto por intereses a cargo, neto	2,360
(Pérdida) ganancia cambiaria, neta	739
Ganancia por posición monetaria	638
	2,461
<b>OTROS (GASTOS) INGRESOS, neto</b>	<b>169</b>
<b>IMPUESTO SOBRE LA RENTA SOBRE EL REMANENTE DISTRIBUIBLE</b>	<b>291</b>
<b>(PERDIDA) UTILIDAD ANTES DE APROVECHAMIENTO Y TRANSFERENCIAS</b>	<b>7,485</b>
Aprovechamiento: Transferencias virtuales del Gobierno Federal para complementar tarifas deficitarias	26,771
Insuficiencia del aprovechamiento sobre las transferencias virtuales del Gobierno Federal para complementar tarifas deficitarias	6,188
<b>PERDIDA NETA</b>	<b>1,297</b>

Tabla 2. Estado de Resultados hasta el primer trimestre del 2003 de Comisión Federal de Electricidad

Se observan en las tablas antes presentadas que según los estados de resultados de CFE a la fecha tiene pérdidas netas, situación que dadas las características de la empresa debería ser inadmisibles.

La situación financiera de CFE presenta problemas importantes resultado principalmente de la política tarifaria del Gobierno de México que no permite a la empresa cubrir la totalidad de sus costos, lo cuál evidentemente impacta negativamente en sus estado de resultados.

Si bien no existen cifras precisas del monto de los subsidios otorgados a los usuarios de manera general, se considera que el sector residencial goza de una reducción tarifaria en promedio 20 a 30% por debajo de los costos de la empresa. Por su parte la tarifa agrícola cubre solamente el 30% del costo total del suministro.

Por consideraciones de tipo político y social, eliminar estos subsidios parece muy oficial en el corto plazo lo que hace muy necesario que la CFE pueda captar recursos suplementarios provenientes de actividades empresariales no-sujeto a políticas tarifarias subsidiadas.

---

## 1.4 LA DIVERSIFICACIÓN DE SERVICIOS EN EMPRESAS ELÉCTRICAS

### 1.4.1 EMPRESAS ELÉCTRICAS EN EL MUNDO

Por mucho tiempo en casi todo el mundo el sector energético se distinguió por una política de integración vertical. El negocio de las empresas petroleras era producir petróleo, refinarlo y vender los productos derivados al consumidor final. Por su parte, el de las empresas gaseras era comprar gas de los productores para llevarlo hasta las industrias, comercios, oficinas y hogares, mediante una compleja red de gasoductos. Finalmente, el de las empresas eléctricas consistía en producir electricidad a partir de múltiples fuentes de energía, para abastecer a los usuarios a través de líneas de alta y baja tensión. Las empresas gaseras y eléctricas gozaban, por lo general, de un monopolio legal, lo cual las ponía al abrigo de la competencia. Las empresas públicas participaban activamente en todos los segmentos, al lado de las compañías privadas. Desde hace más de una década esa situación ha venido cambiando. El sector se encuentra inmerso en una etapa de transición, con cambios en los planos de la organización industrial, de regulación y la propiedad. Cada día cobra más fuerza una cultura multiservicio, horizontalmente integrada y competitiva.

### 1.4.2 LA REESTRUCTURACIÓN DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA

La globalización en todo el mundo ha obligado a las empresas de todo tipo, a adoptar nuevas medidas tendientes a sobrevivir en el mundo de los negocios, ahora es parte esencial de una empresa la integración al mundo de la competencia y la vanguardia tecnológica. Para ello dichas empresas a tenido que cambiar su forma de visión de los negocios y reestructurar sus segmentos de mercado, mientras algunas lo han ampliado, en otros lo han perdido, lo que ha llevado a estas últimas empresas.

El sector eléctrico no es la quiebra ajeno a estos cambios y ha sido obligado a modificar la regulación existente en la industria. Para esto, ha sido necesario una reestructuración del sector, la integración vertical que las empresas eléctricas poseían han tenido que cambiar para convertirse en empresas horizontalmente integradas.

Actualmente se tienen tres tendencias que son:

1. Integración vertical, por un lado, hacia adentro de la industria eléctrica, por parte de firmas petroleras, gaseras, suministradoras de equipos y grandes consumidores de electricidad.
2. Diversificación de las empresas eléctricas hacia otras actividades de servicio público.

3. Internacionalización de firmas durante muchas tiempo limitadas a trabajar en sus espacios nacionales.

El resultado de esas evoluciones ha sido la aparición de empresas multiservicios con posibilidad de resolver de manera integral las necesidades de los consumidores en materia de servicios públicos, desde el suministro de energía hasta la disposición de desechos, pasando por el abastecimiento de agua y los servicios de drenaje, cable y comunicación. Tal es el caso de empresas como Enpresa, Ibedrola, Electricidad de Francia, Electricidad de Tokio, etc.<sup>11</sup>

El modelo tradicional de organización de la industria eléctrica se caracteriza por:

- i) Integración vertical en todos los segmentos.
- ii) Un monopolio territorial --regional o nacional.
- iii) La operación coordinada del sistema eléctrico.
- iv) Planificación de las inversión basada en economías de escala y el desarrollo óptimo de las redes.

Se trata pues de un universo protegido y de riesgos relativamente manejables. Ese modelo se impuso en todo el mundo por más de 50 años, desde los albores de la década de los años 30 hasta finales de la década de los años 70.

A partir de entonces un profundo movimiento de ideas ha venido a cuestionar ese modelo. Primero en Estados Unidos (1978), luego en Chile (1982) y Gran Bretaña (1988) y de ahí a otros países. Diversos factores se conjugan en ese cuestionamiento, algunos de los cuales hemos señalado como responsables de la mutación del conjunto del sector energético: Una mayor libertad a las fuerzas del mercado, el cambio tecnológico con las centrales de ciclo combinado, la madurez de la industria eléctrica en los países industrializados, así como el endeudamiento de las empresas públicas y de los Estados en los países en desarrollo y la consecuente necesidad de encontrar nuevos métodos de financiamiento.

El cuestionamiento del modelo tradicional ha resultado en reestructuraciones tendientes a liberalizar a la industria eléctrica con mayor o menor intensidad. Entre las acciones más importantes se incluyen las siguientes:

- ✓ Eliminación de los monopolios.
- ✓ Nuevas formas de competencia en generación (producción independiente, cogeneración, autoproducción).
- ✓ Privatización de empresas públicas.
- ✓ Incremento de la participación privada en nuevos proyectos.
- ✓ Puesta en marcha de programas de gestión de la demanda eléctrica.

<sup>11</sup> Sánchez, P.; Lopez, A.; Torres, C.; Chaminade, C. (2001) "La Sociedad de la Información en España: e-España 2001" en <http://www.uam.es/iade>

De los procesos de reforma emergieron una multitud de nuevos modos de organización, sin embargo, no se ha podido demostrar que un modelo sea mejor que otro desde el punto de vista de la eficiencia económica.

Algunas empresas que explotan la infraestructura de servicio público, como gas natural, agua, calefacción y cable, encuentran en la diversificación horizontal hacia la electricidad el camino para explotar nuevas áreas de negocio, así como para satisfacer mejor las diversas necesidades de los consumidores.

Algunos proveedores de la industria eléctrica también han iniciado movimientos para ingresar de lleno en esa industria que no constituye su actividad fundamental. Para los grandes consumidores, particularmente para aquellos en que el insumo gravita pesadamente en sus costos de producción (empresas papeleras, metalúrgicas, cementeras, químicas y de alimentos), la integración vertical hacia la industria eléctrica puede darles una ventaja competitiva adicional, al reducir su factura energética. Para muchas empresas ello resulta un paso importante en la optimización de su abastecimiento.

La entrada real o potencial de nuevas compañías constituye una amenaza para las firmas ya instaladas. En respuesta, algunas toman el camino de la diversificación hacia actividades paralelas al suministro de la energía eléctrica, con la finalidad de aprovechar nuevas áreas de negocio. La lógica de diversificación responde a una doble restricción: asegurar un desarrollo en actividades en rápido crecimiento para compensar la pérdida de dinamismo de los mercados tradicionales y adaptarse a las nuevas condiciones de la competencia ofreciendo ventajas similares a las de sus principales rivales comerciales.

#### 1.4.3 ESTADO ACTUAL DE LA PROPUESTA DE REESTRUCTURACIÓN DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA EN MÉXICO.

Diversos sectores de la sociedad en México han buscado involucrarse en la reestructuración del sector eléctrico, siendo un bien estratégico para el desarrollo del país, se han hecho varias propuestas para reformar entre las más importantes están las del Ejecutivo Federal y la oposición (PRI, PRD, e independientes). Aquí solo analizaremos dos de ellas porque de lo contrario se extendería demasiado y básicamente todas van en el mismo sentido que la de la oposición.

Las dos propuestas de reforma constitucional en proceso de dictamen en el H. Congreso de la Unión, la enviada por el Ejecutivo Federal y la presentada por la oposición, no obstante que eliminan los términos técnicos, -generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer-, mantienen la exclusividad del Estado en el Servicio Público de Energía Eléctrica y la negativa a otorgar concesiones en la materia. Persiste en ambas la ambigüedad del concepto de servicio público.



El problema nace de que existe un concepto orgánico del servicio público y uno funcional. El primer concepto considera que es servicio público toda la actividad que el Estado desarrolla a través de sus órganos estatales. Sin embargo, un servicio público puede ser prestado por personas o entes particulares o privados, dando lugar con ello a que el servicio público sea analizado desde el punto de vista de su naturaleza, prescindiendo de quien es el que lo presta.

En el caso de la propuesta de reforma del Ejecutivo Federal se usa una interpretación funcional del servicio público: se basa segregar lo que es servicio público del que no lo es, es decir, el límite de los 2,500 Mwh año de consumo.

En cambio la propuesta presentada por la oposición considera una interpretación orgánica del servicio público, definiendo a éste por las actividades que realice el Estado a través de las entidades CFE.

Bajo esas premisas, con el criterio orgánico, para la propuesta del Ejecutivo se podría decir que las actividades que realizan CFE al servicio de usuarios con consumos mayores a 2,500 Mwh no son un servicio público y por ende empresas privadas podrían efectuar dichas actividades. En el caso de la propuesta de la oposición, se podría usar el criterio funcional e interpretar que las actividades del sector eléctrico interesan a toda la colectividad y por ende los privados no deben efectuarlas, cabe mencionar que una parte importante de está propuesta es la de otorgar autonomía de gestión a CFE, situación que podría ser ventajosa para la empresa que podría ingresar a otros nichos de mercado.

Como se puede observar ambas propuestas buscan hacer de CFE una empresa más eficiente y que "deje" de ser una carga para el erario público como el Gobierno lo afirma. Sin embargo, ambas lo plantean de distinta forma una permitiendo la competencia en la generación de energía eléctrica y la otra sin permitirlo. En lo que las dos coinciden es en darle autonomía de gestión a CFE, situación que le permitiría diversificar sus servicios.

De acuerdo con Sally Hunt y Graham Shuttleworth en su libro *Competition and Choice in Electricity* existen diferentes modelos que se pueden aplicar a CFE de acuerdo a las propuestas analizadas.<sup>12</sup>

*Modelo 1.* Es un modelo tipo monopolio típicamente caracterizado por un sistema verticalmente integrado. En cualquier área geográfica, una sola compañía es propietaria y opera todo el parque generador y las redes de transmisión y distribución, siendo además responsable de la comercialización, esto es, distribuir la energía hasta el consumidor final. La empresa tiene obligación de suministrar energía a todos los clientes en el área de servicio, y con una tarifa regulada y

<sup>12</sup> Sally Hunt y Graham Shuttleworth, *Competition and Choice in Electricity*, J. Wiley, 1996



asociada de alguna manera a los costos de dar el servicio, generalmente con una tasa de retorno sobre las inversiones realizadas. Algunas veces existen empresas con generación y transmisión conviviendo con monopolios distribuidores. También en ocasiones se permite el autoabastecimiento y la compañía monopólica proporciona servicios de respaldo o compra de excedentes. En el modelo 1 no existe competencia en ningún segmento de la industria.

*Modelo 2.* Aquí aparecen los Productores Independientes de Energía (PIE), que generalmente entran aportando la nueva capacidad requerida por la expansión del sistema. Los PIE compiten para construir y operar las centrales y corren con los riesgos de construcción y operación. Los PIE venden su producción a una agencia compradora, que a su vez puede revender esta energía a compañías distribuidoras. En este modelo aparecen contratos de compra de energía, que generalmente incluyen pagos por costos fijos y costos variables. La competencia se promueve entre los generadores, y se dice que estos compiten por el mercado. Al permitirse el autoconsumo en sitios diversos, se requiere diseñar mecanismos para garantizar el acceso a las redes de transmisión y distribución de cualquier participante del mercado.

*Modelo 3.* en lo que se refiere a este tipo de modelo, trata de introducir la competencia en generación y algunas veces en la comercialización liberando a las distribuidoras para seleccionar proveedor de energía (compras al mayoreo). Las distribuidoras mantienen un monopolio sobre una determinada área de concesión. Se introduce también el acceso a las redes de transmisión, de modo que las distribuidoras pueden seleccionar sus proveedores de los PIE. Esto significa que no todo el riesgo del mercado se transfiere a la compañía compradora. En este caso los contratos solamente tienen provisiones por riesgos en precios. La obligación de dar servicio es de las distribuidoras que todavía son monopolios geográficos. En este modelo se deben diseñar los mecanismos que permitan tener acceso abierto a la red de transmisión y distribución.

*Modelo 4.* En el modelo 4 se introduce la competencia en ventas al mayoreo y al menudeo. Los clientes tienen derecho a seleccionar su proveedor de entre los PIE o comercializadores. Aún los clientes que eran cautivos de un distribuidor en el Modelo 3, se puede separar comercialmente del distribuidor en cuya zona geográfica se encuentre. En este modelo se deben diseñar los mecanismos que permitan tener acceso abierto a la red de transmisión y distribución.

Actualmente CFE está inmersa dentro del modelo 2, aunque la tendencia del Gobierno Federal es llevarla a un modelo similar al modelo 3. La propuesta de reforma de la oposición pretende devolver a CFE al modelo 1 donde no tenga que competir y sea la única empresa proveedora de energía eléctrica.

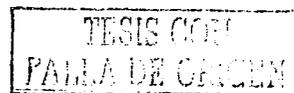
#### 1.4.4 PERSPECTIVAS PARA CFE: LA DIVERSIFICACIÓN

Comisión Federal de Electricidad ha permanecido inmóvil hasta ahora frente a los cambios en todo el mundo manteniéndose al margen de las oportunidades que ofrece este nuevo contexto. Para ella, las condiciones de los mercados internos son cada vez más restrictivas y han tenido que ceder espacios en favor de las empresas privadas en la generación de energía eléctrica.

Independientemente de la posible reestructuración de la industria eléctrica en México, los cambios en el mundo con la globalización son cada vez más fuertes en México y CFE tiene que adoptar su estrategia de negocios, si es que en verdad quiere sobrevivir a los actuales tiempos. La gran infraestructura con que cuenta le permitiría incursionar en otra área de negocios, que además de transformarla en una empresa cada vez más competitiva, tendría otras fuentes de ingreso.

Comisión Federal de Electricidad, como empresa pública debe ser capaz de identificar con claridad las nuevas oportunidades de negocio. Para aprovecharlas tendrá que diseñar esquemas novedosos de asociación con terceros y entender que las alianzas estratégicas en los negocios son necesarias para alcanzar poder de negociación e influencia, así como adquirir experiencia en un mercado abierto a la competencia. Al decidirse por aprovechar las oportunidades que le brinda el nuevo contexto liberalizado a partir del desarrollo de actividades distintas al oficio de CFE, esto podrá proporcionar servicios de comunicaciones por medio de la red eléctrica, este concepto llamado PLC<sup>13</sup> (Power Line Communication). Lo cuál resulta altamente ventajoso por que está disponible en cada habitación, industria, comercio, etc. en casi cualquier parte del país existe un cable de energía eléctrica. A través de los cuales pueden otorgar servicios como: transmisión de datos, voz, videoconferencia, Internet, etc. Cabe señalar que la incursión en actividades y medios diferentes a los que se justifican en la creación de CFE como empresa pública requiere un nuevo acuerdo nacional para repartir riesgo y beneficios entre consumidores, empresa, personal y el accionista único: el Estado.

<sup>13</sup> Datos Obtenidos de PLC Forum, disponible de en la página <http://www.plcforum.com>



**1.5 CONCLUSIONES**

La evolución que ha tenido la industria eléctrica en el mundo, viene a cambiar los objetivos originales para los que fue creada CFE, pero también estos vientos le ofrecen la oportunidad de proporcionar otros servicios adicionales, que la convertirán en una empresa multiservicio y que dadas las características de CFE y de la infraestructura que posee, le permitiría ingresar a otros nichos de mercado con mucho éxito.

Pero para ello se requiere de que haya un consenso sobre el rumbo que se le quiere dar a CFE, por lo que es menester que haya una reforma eléctrica, si es que realmente se quiere que se vuelva una empresa altamente eficiente, que compita en un mercado cada vez más globalizado, cada vez más competido.

Las nuevas plataformas tecnológicas como el PLC darían estas ventajas competitivas, debido a que esta tecnología es exclusiva para utilizarse sobre las líneas de media y baja tensión, que en México es de uso exclusivo de CFE (salvo en el D.F.) con esto se tendría una cobertura que ninguna otra empresa proveedora de servicios de telecomunicaciones posee.

## CAPITULO II

### LAS TELECOMUNICACIONES Y LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS

#### 2. INTRODUCCIÓN

En el mundo de hoy la importancia de las telecomunicaciones es fundamental en todos los ámbitos del ser humano, así la telefonía móvil se ha vuelto fundamental en la vida cotidiana y las grandes redes corporativas han cambiado la forma de hacer negocios.

Hasta hace algunos años no se tenía idea del alcance de las telecomunicaciones y del potencial de mercado en el mundo de los negocios, esto era lógico debido al limitado alcance de las tecnologías de la época. Sin embargo, esto ha cambiado debido al gran avance tecnológico de las telecomunicaciones.

El plan sectorial 2001-2006 de la SCT, da una enorme impulso al sector de las telecomunicaciones en México, una de las metas es tener para el 2006, 25 líneas telefónicas fijas por cada 100 habitantes. Metas como estas son muy ambiciosas, pero también representa un potencial de negocios enorme y dada la cobertura de CFE en cuanto a su red de telecomunicaciones podría ser participe de este negocio y obtener beneficios adicionales.

#### 2.1 IMPORTANCIA DE LAS TELECOMUNICACIONES

##### 2.1.1 EN EL MUNDO

La importancia de las telecomunicaciones en el mundo actual proviene no sólo de su gran dinamismo y contribución al crecimiento económico general, sino también del papel fundamental en la sociedad, cada vez son más necesarias las tecnologías de la información y las telecomunicaciones en un mundo cada vez más globalizado; además toman gran importancia en cualquier actividad humana. En esta nueva era se verán transformadas las formas de producir bienes y servicios, de hacer negocios, trabajar, acceder a la educación y la cultura, recibir asistencia sanitaria, relacionarse con las administraciones públicas, comprar, encontrar nuevas formas de entretenimiento, etc. Dicho en pocas palabras: cambiará la forma de vivir.

La convergencia de las redes y servicios de las telecomunicaciones, la informática y el sector audiovisual, va a dar lugar a duras luchas entre compañías para conseguir una parte del mercado. Aparecerán infinidad de nuevas aplicaciones, que combinarán un gran número de tecnologías avanzadas, en formas absolutamente

novedosas, las cuales en un futuro influirán de forma importante en el desarrollo de un país.

Uno de los objetivos de las empresas de telecomunicaciones es entrar en todos los mercados relacionados con las telecomunicaciones. La meta es consolidar su posición como proveedor integral de servicios de telecomunicaciones, presente en todos los mercados y operando sobre diversas infraestructuras. A largo plazo, la estrategia se orienta hacia la consecución de la Red Global Multiservicio: la red multimedia, plenamente interactiva, capaz de transportar todo tipo de señales (voz, datos, textos, gráficos e imágenes fijas o en movimiento, video bajo demanda, Teleseguridad, Telemedicina, Tele educación, Videoconferencia, etc.) de forma bidireccional, simultánea e individualizada, con instantaneidad y sin limitaciones en el acceso.

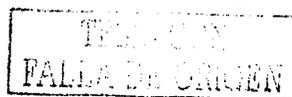
Los conocimientos y experiencia, acumulados en este campo, han permitido a estas empresas colaborar intensamente en la definición de la estrategia de servicios para el despliegue de la distribución digital de televisión y servicios interactivos asociados, a cable, satélite, entre otros. La situación actual de los servicios multimedia se caracteriza por la existencia de diferentes nichos de mercado. Estas empresas están realizando actividades en varios de ellos, entre los que destacan:

- ✓ Telefonía
- ✓ Transmisión de datos
- ✓ Teleseguridad
- ✓ Telemedicina
- ✓ ADSL
- ✓ Video bajo demanda
- ✓ Televisión interactiva.
- ✓ Servicio de Red Digital
- ✓ Videoconferencia
- ✓ Servicios de consultaría
- ✓ Telemática

Las "infraestructuras" abren a las empresas nuevos espacios para la redefinición de los procesos de producción y distribución. Es fundamental realizar experiencias que permitan evaluar la potencialidad de los mercados, las demandas de los usuarios, los modelos de negocio y las capacidades de las tecnologías. También se tienen pruebas piloto con usuarios reales, usando la red de banda ancha (experiencias en los sectores de medicina, industria y publicidad), las experiencias sobre la RDSI<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Red Digital de Servicios Integrados

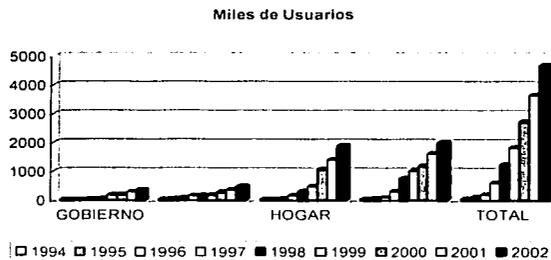


### 2.1.2 EN MÉXICO

En un escenario de mayor autonomía, CFE tendería a adoptar una visión global de su campo de actividad, como lo han hecho muchas empresas eléctricas en el mundo<sup>2</sup>. De hecho, la autonomía la colocaría frente a una nueva problemática estratégica, tanto en el mercado interno como en el internacional.

El sector eléctrico nacional se está transformando. Las nuevas tendencias globalizadoras, la posible desregulación y una supuesta apertura a la competencia han venido a cambiar de raíz los actuales procesos económicos del sector. El motor del cambio ha sido la disputa por abrir la industria eléctrica a la competencia y la búsqueda de la iniciativa privada en participar en este sector. Comisión Federal de Electricidad debe estar al acecho de nuevas oportunidades, no solo ser generadores, distribuidores y comercializadores de energía eléctrica. Debe crear grupos multiservicios capaces de responder a las necesidades específicas de sus clientes en energía, agua, calefacción, drenaje, eliminación de desechos, Telecomunicaciones, cable, etcétera. Esos movimientos ascendentes y descendentes de integración vertical se desarrollaron originalmente en los mercados de otros países pero se extendieron con rapidez al terreno internacional dando origen a empresas multiservicios capaces de ofrecer electricidad, Gas, Telecomunicaciones, Agua Potable, etc. en los mercados de consumo final de los cinco continentes. Ahora es turno de CFE de implementar este tipo de organización, crecer como empresa y convertirse como dice su eslogan "En una Empresa de Clase Mundial".

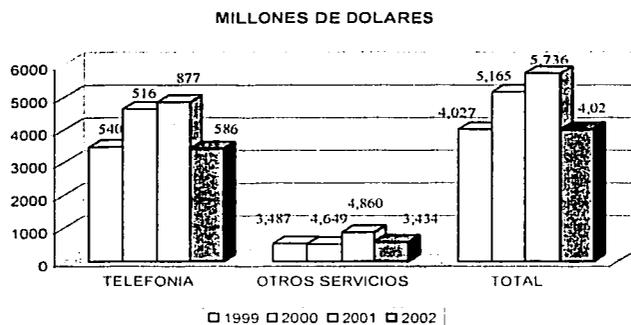
El incremento en la demanda por servicios de telecomunicaciones en México es cada vez más importante principalmente en el rubro de usuarios de internet (gráfica1) que ha crecido de forma exponencial en los últimos tiempos. El Internet se ha vuelto indispensable para muchas de las actividades cotidianas como por ejemplo: pago de servicios, transacciones bancarias, pago de impuestos, etc.



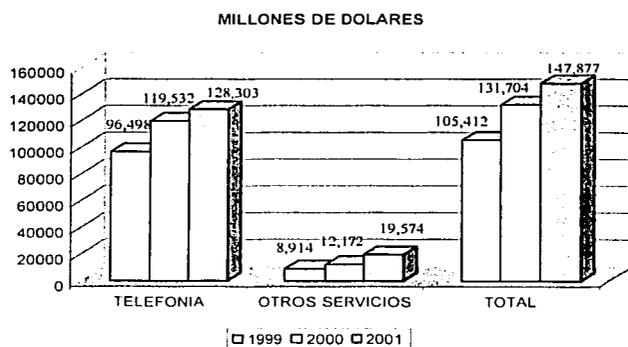
Gráfica 1. Crecimiento del Internet en los últimos años (Fuente: INEGI)

<sup>2</sup> Esta posibilidad no incluye a LFC debido a la precaria situación financiera y al escaso apoyo político por parte del gobierno.

A pesar de que las inversiones han disminuido en los últimos años (Gráfica 2) debido principalmente a la recesión en que ha caído el país, esto no ha mermado los ingresos de la industria de las telecomunicaciones no ha decrecido por el contrario se han incrementado como lo muestra la grafica 3. Nuestro país se encuentra inmerso en una revolución tecnológica donde todo usuario busca estar informado por lo que es indispensablemente con servicios de telecomunicaciones. El gobierno Federal lo ha entendido así, de forma que recientemente lanzo el proyecto e-mexico, que conectará todas las poblaciones de México por medio de servicios de telecomunicaciones.

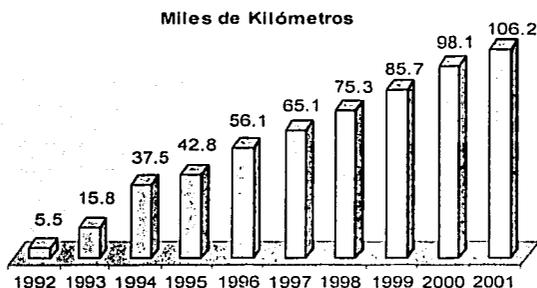


Gráfica 2. Inversiones en la industria de las telecomunicaciones (Fuente INEGI)



Gráfica 3. Ingresos en la industria de las telecomunicaciones (Fuente INEGI)

La explosión en la demanda de servicios de comunicación como es la telefonía celular, telefonía fija, datos móviles, videoconferencia, transporte de datos, etc. Ha provocado que las compañías proveedoras de servicios incrementen la capacidad de sus redes, tratando de hacerlas más eficientes y de mayor velocidad, esto se refleja en los miles de kilómetros de fibra óptica que tiene el país actualmente, en tan solo 10 años ha crecido de forma impresionante como lo demuestra la gráfica 4.



Gráfica 4. Crecimiento de la red de fibra óptica en México

Las gráficas anteriores muestran que el desarrollo de las telecomunicaciones en México es muy halagador, aunado a la adopción generalizada de tecnología digital del país y el lanzamiento por parte del gobierno Federal del Sistema Nacional e-México para que la mayor parte de la población pueda tener acceso a las nuevas tecnologías de la informática, y que éstas sean el vehículo natural que intercomunique a los ciudadanos entre sí, con el gobierno y con el resto del mundo.

Por eso, el Sistema Nacional e-México tiene como objetivo principal ofrecer a la comunidad el acceso a una serie de contenidos en materia de educación, salud, comercio, turismo, servicios gubernamentales y de otros tipos, para contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas y las familias, abrir oportunidades para las empresas basadas en su incorporación a la nueva economía y, sobre todo, a promover un desarrollo más acelerado y equitativo entre las distintas comunidades y regiones de nuestro país.

De hecho, las telecomunicaciones, en sus diversas manifestaciones, han sido siempre un factor determinante en la evolución de la sociedad y en el mejoramiento de las condiciones de vida de sus miembros.

En este sistema se contempla ofrecer todos los servicios de información y comunicación, mediante la cobertura de las redes de los operadores para llevar los servicios de conectividad a más de 10 mil localidades a través del establecimiento de centros comunitarios digitales (CCDs) y quioscos instalados mediante la conjunción de esfuerzos de dependencias de los diferentes órdenes de gobierno e instituciones privadas, mismos que se procurará que sean instalados en el mayor número de comunidades posible de una manera acelerada.

Tener la visión para aprovechar la oportunidad de ingresar a un mercado tan importante como es el de las telecomunicaciones, demostrando el poder y alcance de la red de telecomunicaciones de CFE, debería ser parte importante de la estrategia de negocios de CFE. Mientras que con el sistema e-México se pretende alcanzar aproximadamente 10,000 localidades. La CFE tiene la oportunidad de interconectar las más de 100,000 poblaciones a la que tiene acceso. Esto es una gran muestra del potencial competitivo de la telecomunicaciones de CFE como unidad de negocios.

## 2.2 LAS TELECOMUNICACIONES EN LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS

### 2.2.1 EN EL MUNDO

En el ámbito de la telecomunicaciones las empresas eléctricas cuentan con una oportunidad latente que está despertando fuertes expectativas desde hace cerca de dos años: se trata de lo que se ha venido llamando Power Line Communication<sup>1</sup>, que no es otra cosa que telecomunicaciones a través del tendido eléctrico de media y baja tensión. La tecnología necesaria para transmitir datos (y con ello voz, imágenes) a través de la red eléctrica se conoce desde hace años, la novedad está en la rapidez con que se está avanzando en el proceso de dar una alta capacidad a esta transmisión y de abaratar su implementación.

De momento, los impulsores de esta tecnología (numerosas compañías tecnológicas que están entrando en el negocio) hablan de una perspectiva realmente espectacular, no sólo por el hecho de que se enfrentaría a un mercado potencial amplísimo con carácter casi inmediato (el tendido eléctrico llega prácticamente a todas partes, ventaja especialmente significativa en países emergentes), sino porque ofrece determinadas ventajas respecto a otras alternativas de telecomunicación (por ejemplo, cualquier enchufe en una casa ofrecería acceso a Internet, teléfono). Además hablan de que podría alcanzar una velocidad de transmisión de datos treinta veces superior a la de una conexión RDSI (Red Digital de Servicios Integrados)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Fuente: <http://www.plcforum.com>

<sup>2</sup> Diplomado en Nuevas Tecnologías Módulo IV; Convergencia de Servicios de Voz, Datos y Video en Redes de Datos. Tecnológico de Monterrey México, 2001

En definitiva lo que se está diciendo es que las compañías eléctricas podrían convertirse en un competidor aventajado de los actuales gigantes de las telecomunicaciones, a los que quizá les quedaría la salida de los sistemas móviles, tal vez otra de las razones por las que estas empresas han venido apostando tan fuerte por la nueva tecnología UMTS<sup>5</sup> (Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles) es la última tecnología en materia de telefonía celular básicamente implica la capacidad de transmitir datos (y con ello texto, voz, imágenes, vídeos) a muy alta velocidad y lógicamente, sin cables.

La consecuencia directa es que podremos navegar por Internet con un teléfono móvil, teléfono que no será como los que hoy manejamos habitualmente sino que incorporará una pantalla razonablemente grande. Quizá sea más fácil entender las expectativas que ha despertado esta tecnología si pensamos que permitirá también conectarse a la red desde cualquier lugar con otros dispositivos (como Laptops, televisores o automóviles) y se podrá utilizar para la conexión entre máquinas (es decir, no sólo para que las personas naveguen por Internet sino para que los ordenadores intercambien información entre sí). Todo ello es posible ya hoy día, pero la gran aportación de la nueva tecnología es la alta velocidad de transmisión de datos que se espera que permita: aproximadamente veinte veces más rapidez de lo que se consigue actualmente con una línea RDSI<sup>6</sup> o doscientas veces si hablamos de una líneas telefónica convencional.

### 2.2.2 EN MÉXICO

Al día de hoy, las telecomunicaciones en las empresas eléctricas nacionales solo se utilizan para servicio interno y para satisfacer sus necesidades. En este trabajo solamente se analiza el caso de CFE (Luz Fuerza del Centro y CFE), debido que en los últimos tiempos es la que más ha crecido en su red de telecomunicaciones.

Existe una tendencia mundial en las empresas de electricidad a transformarse y diversificarse hacia los negocios de servicios de valor agregado y soluciones de aplicaciones de tecnología de información, usando sus redes de telecomunicaciones.

En México actualmente no se a dado esto debido a las limitaciones jurídicas hacia las empresas eléctricas en particular hacia a CFE, para esto se requiere de una nueva visión por parte del Gobierno, además de algunas reformas a la Constitución, la Ley del Servicio Eléctrico y la Ley Federal de Telecomunicaciones.

<sup>5</sup> El mercado de las Telecomunicaciones Disponible:  
[http://www.expansiondirecto.com/2000/09/18/tecnologia/1999\\_capitulo01.pdf](http://www.expansiondirecto.com/2000/09/18/tecnologia/1999_capitulo01.pdf)  
<sup>6</sup> (Red Digital de Servicios Integrados).

Se pueden utilizar las telecomunicaciones como el elemento tecnológico clave del gobierno para integrar y modernizar al país, sostener su ritmo de crecimiento ayudar a provocar cambios en la sociedad a través del uso de la tecnología de información generándole recursos económicos adicionales al Estado. Además de apoyar proyectos de carácter social como son proyecto e-mexico y el Plan Puebla Panamá.<sup>7</sup>

De ninguna manera se tiene que menospreciar la importancia de Luz y Fuerza del Centro, por el contrario tiene una gran importancia para las Telecomunicaciones, esto debido a que se quiere que el centro neurálgico de la Red de las Telecomunicaciones o sea el centro de Administración general de la toda la Red se encuentre en la Ciudad de México, entonces se tendrá que negociar con LyFC la utilización de su Red de Distribución para la inclusión de fibra y de Distribución de Servicios de Telecomunicaciones en el Distrito Federal. Para tener una idea de cómo sería su funcionamiento, este centro sería el equivalente a la función del Centro Nacional de Control de Energía. Pero no entraremos en más detalles por qué esto sería motivo de un estudio aparte debido a la complejidad de la red, además de todos las características y problemas de la Ciudad de México, entre los cuales se tendrían que considerar:

1. Inseguridad
2. Vandalismo
3. Tecnología Obsoleta
4. Regulación
5. Complejidad de la Red

Por ahora este punto no se tocará, a continuación se explicaran los diferentes modelos que se pueden aplicar a C.F.E., teniéndose que establecer claramente las ventajas y desventajas de cada uno de los modelos.<sup>8</sup>:

<sup>7</sup> Presentación del Plan Puebla-Panamá disponible: <http://ppp.presidencia.gob.mx/PPP/cfm/tp1Main.cfm>

<sup>8</sup> Sally Hunt y Graham Shuttleworth, *Competition and Choice in Electricity*, J. Wiley, 1996

## 2.3 COMPETIDORES POTENCIALES

### 2.3.1 TELÉFONOS DE MÉXICO<sup>9</sup>

La compañía de telecomunicaciones más importante en México es TELMEX, actualmente cuenta con una gran variedad de servicios que la posicionan como la empresa más importante en el mercado. Además de la cobertura de su red de telecomunicaciones, no tiene competencia actualmente en este negocio.

Ha sido una empresa que busca constante innovar y ha hecho alianzas estratégicas con algunas de las compañías más importantes del mundo como Microsoft, situación que le ha permitido ampliar sus áreas de negocios.

En la tabla 1 hacemos un resumen de algunas de las estadísticas de cobertura de la red de telecomunicaciones TELMEX, lo que dará una idea más clara y sencilla de la importancia de esta empresa en el mercado de las telecomunicaciones Nacionales.

CONCEPTO	CANTIDAD
Numero de líneas	14,158,000
Cobertura de la red TELMEX	105,000 Poblaciones
Red de Fibra Óptica	70,000 Kilómetros
Interconexión con otros países	39 Países
Poblaciones con acceso a Internet	2,935 Poblaciones
Transmisión de datos	1,101,000 líneas

Tabla 1. Cobertura de la red TELMEX<sup>10</sup>

Telmex ha recibido importantes reconocimientos y certificaciones en el ámbito nacional e internacional que avalan la calidad y seguridad de los servicios que ofrece. El más importante fue otorgado por la revista Forbes en el 2001, mencionándola como la mejor empresa de telecomunicaciones del mundo. Lo anterior avala su calidad como empresa y ratifica su posición de líder en el mercado de las telecomunicaciones.

<sup>9</sup> Toda la Información fue está disponible en <http://www.telmex.com>

<sup>10</sup> Estadísticas disponibles en <http://www.telmex.com>

### 2.3.2 AVANTEL<sup>11</sup>

La red de Avantel cuenta con cerca de 8,000 kilómetros de fibra óptica 100% digital y está diseñada para proteger totalmente la transmisión. Su moderna tecnología permite restaurar el servicio en casos de cortes de la fibra óptica sin afectar el mismo y asignar dinámicamente rutas y canales de manera remota. En la figura 7 se muestra la extensión y cobertura de la red Avantel. A diferencia de otras redes, la de Avantel permite manejar grandes volúmenes de información a muy altas velocidades, así como servicios de facturación, control y supervisión de la misma, y personalización de servicios para sectores de mercado muy particulares.

La arquitectura de la red de Avantel es innovadora:

- Basada en una infraestructura de tres anillos dobles que la hacen redundante, ubicados en las Ciudades de México, Guadalajara y Monterrey, con interconectividad a cualquier parte del país.
- Cuenta con dos sistemas lineales, un canal de protección y dos salidas internacionales, lo cual garantiza un alto grado de confiabilidad.

Además de contar con múltiples servicios ofrecidos a sus clientes, entre los que mencionamos en la tabla 2.

SERVICIOS BÁSICOS	SERVICIOS DE VALOR AGREGADO	SERVICIOS DE DATOS	SERVICIOS ESPECIALES	SERVICIOS DE INTERNET
Servicio de telefonía local Servicio de telefonía de larga distancia Nacional e Internacional Servicio vía operadora como asistente por tráfico Servicios de emergencia	Servicios class de números no geográficos Servicios de voz via operadora Servicios de tarjeta	Enlaces privados LAN/ethernet MAN/ethernet WAN/ethernet	ISDN XDSL, Servicio ATM. Call center VPN & IPVPN	XSP Intranet Extranet Redes IP virtuales Hosting E-business

Tabla 2. Servicios ofrecidos por Avantel.

<sup>11</sup> Toda la Información fue está disponible en <http://www.avantel.com.mx>

**2.4.3 BESTEL<sup>12</sup>**

**BESTEL** es una compañía mexicana prestadora de servicios de telecomunicaciones y datos, que posee una infraestructura de fibra óptica tecnológicamente avanzada y de gran ancho de banda. Ofrece una amplia gama de soluciones de telecomunicaciones integradas.

La red de telecomunicaciones Bestel cuenta con 6,356 kilómetros de fibra óptica (4,120 de red propia y 2,236 de intercambio con otras compañías). La red Bestel abarca la columna vertebral de negocios en México, incluyendo las ciudades más importantes desde el punto de vista económico, como México, Monterrey y Guadalajara, puntos estratégicos para intercambios internacionales. La red Bestel también conecta a México con Estados Unidos por medio de su fibra óptica de cruce fronterizo entre Nuevo Laredo, Tamaulipas y el Estado de Texas.

Además tiene las siguientes características:

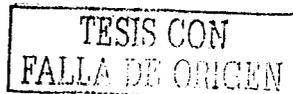
- Anillos de fibra con redundancia total.
- Capacidad inicial de 2.5 Gbps y capacidad para expandirse utilizando tecnología DWDM.
- STM-1 para interconexión PSTN y E1 para acceso dedicado.
- Bestel cuenta con anillos de fibra metropolitanos totalmente redundantes en las ciudades más importantes, a lo largo de su red de acceso.
- Cobertura total.

De las mismas forma que los otros proveedores de servicios de telecomunicaciones mencionados, proveen numerosos servicios que se mencionan en la tabla 3.

SERVICIOS BÁSICOS	SERVICIOS DE VALOR AGREGADO	SERVICIOS DE DATOS	SERVICIOS ESPECIALES	SERVICIOS DE INTERNET
Servicio de telefonía local Servicio de telefonía de larga distancia Nacional e Internacional Servicio vía operadora como asistente por tráfico Servicios de emergencia	Servicios class Servicios de números no geográficos Servicios de voz servicios vía operadora Servicios de tarjeta	Enlaces privados LAN/ethernet MAN/ethernet WAN/ethernet	ISDN WideISDN, XDSL, Servicio ATM. Call center VPN & IPVPN	XSP Intranet Extranet Redes IP virtuales Hosting E-business Data warehousing
<b>SERVICIOS DE RED</b>	Arrendamiento de capacidad; no equipada y equipada, con/sin redundancia.			

**Tabla 3 Servicios ofrecidos por Bestel**

<sup>12</sup> Datos Obtenidos de <http://www.bestel.com.mx>



## 2.4 CONCLUSIONES

Como hemos visto actualmente las telecomunicaciones son cada vez más importantes en el mundo. Para el desarrollo económico y cultural de un país, se tiene que tener en cuenta la revolución tecnológica que han tenido las telecomunicaciones.

Actualmente en México, a pesar del alto nivel de penetración que han alcanzado algunos medios electrónicos como la radio, la televisión y de los avances en materia de telefonía, registrados a raíz de la privatización de Teléfonos de México en 1990, sigue existiendo un nivel relativamente bajo de desarrollo de las telecomunicaciones y en especial de aquellas encaminadas a propiciar la comunicación interactiva a distancia, entre los habitantes del país. En el futuro las telecomunicaciones serán de suma trascendencia para México, Lo cuál se muestra por el fuerte impulso del Gobierno Federal la introducción del Internet en las comunidades rurales más alejadas con el fin de proporcionar educación a distancia e integrar al mundo de la información a toda la población.

El poder utilizar en México la infraestructura de telecomunicaciones es cada vez más importante para el desarrollo económico, humano y social. Los últimos años los avances tecnológicos en el área de las telecomunicaciones en los últimos años han sido asombrosos dan la posibilidad a la CFE de ampliar sus áreas de negocios, muy particularmente en un sector como es el de las telecomunicaciones donde las posibilidades de negocio a futuro son infinitas. Esto permitiría el fortalecimiento de las finanzas de la CFE, permitiendo destinar fuertes cantidades a inversiones en otros campos como son generación, subestaciones, etc., cantidades que antes se destinaban a modernizar la red de transmisión.

## CAPITULO III

### ANÁLISIS DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES DE C.F.E.

#### 3. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el alcance de la red de telecomunicaciones de CFE no tiene comparación en cuanto a cobertura en México. Además de cubrir el país de extremo a extremo e inclusive llegar hasta las poblaciones más alejadas del país. En este capítulo haremos una descripción de la red de telecomunicaciones de CFE, identificando algunas tecnologías imprescindibles para la modernización de esta red y el mejor aprovechamiento de la infraestructura existente. Así mismo se describirá la tecnología PLC que ya se ha mencionado antes.

#### 3.1.1. LA INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES

Las telecomunicaciones de CFE se caracterizan por la prestación de servicios exclusivamente de uso interno. Ligados al proceso que lo administra teniendo como consecuencia que exista una red de telecomunicaciones por cada proceso<sup>1</sup>.

Los procesos de generación de energía eléctrica de la empresa dependen cada vez más de los servicios de telecomunicaciones prestados de forma interna en todos los ámbitos de la CFE administración, despacho eléctrico, teleprotección, etcétera. Esto implica que las telecomunicaciones tomen cada vez más importancia y se le asignan más recursos de forma que la cobertura de la red de telecomunicaciones de la empresa es cada vez más importante, además, de tener mayor cobertura Nacional.

Tradicionalmente la infraestructura de la red de telefonía era independiente de la red de datos, voz y video. Estas diferencias se están difuminando en la actualidad, debido a avances tecnológicos como la digitalización, la compresión de imágenes y la mayor velocidad soportada por las redes.

La integración de las infraestructuras de voz, datos y video ha sido lenta, está transformación no ha sido entendida todavía por todos los directivos encargados de planear la infraestructura de telecomunicaciones en cada área, pero lo más importante, la alta dirección no ha tenido la visión de crear una sola área de telecomunicaciones que planea, administre e invierta en infraestructura de forma integral, conjuntado los recursos humanos y materiales con el fin de proporcionar servicios corporativos de telecomunicaciones que satisfagan las necesidades del

<sup>1</sup> Se le llama proceso a cada una de las áreas que conforman la generación de energía eléctrica, Generación, Transmisión, Transformación, Despacho eléctrico y Distribución.

creciente ancho de banda indispensable para las tecnologías de información cada vez más importantes para la empresa.

La adecuada planeación de las inversiones en las telecomunicaciones puede dar como resultado en un futuro se pueda pensar en ingresar al negocio de las telecomunicaciones (ya se dio el primer paso con la firma del convenio entre C.F.E. y ENDESA España<sup>2</sup>). El describir la infraestructura de telecomunicaciones de la empresa en forma íntegra sería demasiado extenso, en el cuál los elementos de la infraestructura se han clasificado en tres tramos de red que a continuación mencionamos:

- Red de transporte.
- Red de Acceso.
- Red de Distribución.

Para entender mejor lo que es una red de transporte, acceso, distribución y un concepto muy importante que es el ancho de banda, no hay mejor ejemplo que hacer una analogía entre una red de agua y una de telecomunicaciones, por lo que a continuación describiremos una red de distribución de agua gráficamente.

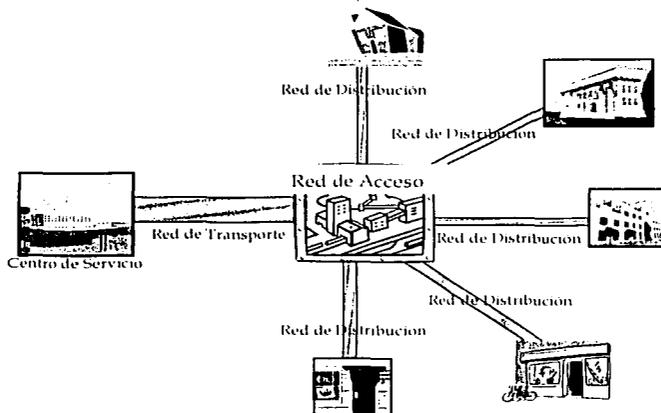


Figura 1. Red de distribución de Agua

En la figura 1 se demuestra como del centro de servicio es donde se obtiene el agua y posteriormente es enviada hasta las grandes ciudades, donde es recibido por otro centro de servicio y este es el que se encarga de distribuir el agua hasta las tomas

<sup>2</sup> Boletín de prensa disponible en <http://www.cfe.gob.mx> de fecha 6 de junio del 2002.

domiciliarias, donde el usuario final obtiene el agua para su uso personal. Haciendo una analogía con una red de telecomunicaciones el centro de servicio es donde se obtiene la información de la supercarretera de la información, es decir Internet, así los tubos necesarios para transportar el agua hasta las grandes ciudades, también son necesarios para transportar la información pero estos tubos son de vidrio llamados fibras ópticas (red de transporte), donde el otro centro de servicio (red de acceso), recibe estos tubos de vidrio que traen grandes cantidades de información (agua). Por último este centro de servicio se encarga de distribuir esta información hasta el usuario final (red de distribución). En los últimos tiempos los tubos que llegan con agua (información) hasta el usuario final se han de mayor tamaño, esto debido a que los usuarios demandan cada vez más información y los tubos instalados ya no son suficientes, entonces las compañías han tenido que ampliar sus tubos a esto se le llama en las telecomunicaciones ancho de banda.

### 3.1.2. RED DE CFE

Si bien las telecomunicaciones son en la actualidad indispensables para el funcionamiento de los procesos de Generación, Transmisión, Transformación y Despacho Eléctrico y a pesar de ser una de las más extensas y de mayor cobertura en México. La CFE no posee una red de telecomunicaciones como tal actualmente, lo anterior debido a que se encuentra dividida y cada segmento de la red, es administrada por una Subdirección específica, estas a su vez tienen áreas de telecomunicaciones, en la tabla 1 se mencionan dichas áreas y su cobertura en el país.

SUBDIRECCIÓN	AREA DE COMUNICACIONES	COBERURA	NUMERO DE NODOS EN EL PAÍS
TRANSMISIÓN, TRANSFORMACIÓN CONTROL	TRANSMISIÓN Y TRANSFORMACIÓN	NACIONAL	68
	CENACE	NACIONAL	35
GENERACIÓN	GERENCIAS REGIONALES DE PRODUCCIÓN	NACIONAL	23
DISTRIBUCIÓN	DIVISIÓN DE DISTRIBUCIÓN	NACIONAL	107
TICNCA	GERENCIA DE INFORMATICA Y TELECOMUNICACIONES	REGIONAL	1

Tabla 1: Tipos de Proceso con Área de Comunicaciones

Así en la actualidad la red de CFE es heterogénea, cada área de telecomunicaciones se encargan de administrar, proyectar y planear su propia red según las necesidades de los procesos a los cuales atienden. Por ejemplo, transmisión diseña su red en función de los sistemas de teleprotección de las líneas de transmisión. El CENACE planea su red con la pauta que le da el Despacho Eléctrico que debe ser transmisión de datos en tiempo real y Distribución proyecta su red enfocada a tener conectividad con sus zonas comerciales o con los cajeros de cobro llamados CFEmáticos.

Cabe mencionar que estas subdirecciones pertenecen a la Dirección de Operación que es la parte operativa de CFE, hablando en forma particular de las telecomunicaciones; la parte encargada de proporcionar las telecomunicaciones corporativas es la Gerencia de Informática y Telecomunicaciones, la limitante de esta área es que sólo tiene presencia regional.

Esta situación provoca un mal aprovechamiento del potencial de telecomunicaciones para la CFE lo que obliga a esta última a contratar servicios de TELMEX para llevar a cabo actividades de telecomunicaciones los cuales ascienden a casi 27 millones de pesos (Tabla 2) anualmente. Dentro de la misma empresa existe gente consiente de la capacidad de la por lo que mencionaré las palabras del Subdirector de Construcción el Ing. Benjamín Granados Domínguez "Tenemos que aprovechar nuestra propia infraestructura, no es posible que le estemos dando a ganar a Telmex, cuando nuestra red de telecomunicaciones es mucho más grande"<sup>3</sup>.

SUBDIRECCIÓN	AREA DE COMUNICACIONES	PAGO MENSUAL ESTIMADO <sup>4</sup>	PAGO ANUAL ESTIMADO
TRANSMISIÓN, TRANSFORMACIÓN CONTROL	TRANSMISIÓN Y TRANSFORMACIÓN	\$500,000.00	\$6,000,000.00
	CENACE	\$834,554.15	\$10,014,649.80
GENERACIÓN	GERENCIAS REGIONALES DE PRODUCCIÓN	\$200,000.00	\$2,400,000.00
DISTRIBUCIÓN	DIVISIÓN DE DISTRIBUCIÓN	\$700,000.00	\$8,400,000.00
TÉCNICA	GERENCIA DE INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES	SIN DATOS	SIN DATOS
<b>TOTAL</b>			<b>\$26,814,649.80</b>

Tabla 2: Estimación de los pagos mensuales y anuales de los procesos de la Dirección de Operación, no se consiguieron datos de otras áreas de telecomunicaciones de C.F.E.

Como se puede observar en la tabla anterior los gastos por este concepto son elevados, además de que el ancho de banda disponible es limitado y cualquier ampliación le cuesta a la empresa una gran cantidad de dinero.

<sup>3</sup> Reunión de Trabajo CFE-UNAM celebrada en marzo del 2003

<sup>4</sup> Pagos estimados a Telmex de los enlaces de telecomunicaciones rentados.

### 3.1.3 RED DE TRANSPORTE

La red de transporte consiste en los medios de transmisión para el transporte de información al por mayor. Típicamente, son medios de capacidad muy superior a la disponible para el cliente final. Dentro de este tramo se encuentran los siguientes:

- Los elementos de transmisión que permiten la comunicación entre centrales telefónicas.
- Los elementos de transmisión (Routers, Switches, Equipos ATM, etc.) que permiten la comunicación entre redes de datos, es decir redes LAN<sup>5</sup>.
- Enlaces de Fibra Óptica; por medio del Cable de Guarda con Fibra Óptica (OPGW) colocado en las torres de transmisión.
- Antenas de transmisión de Microondas digitales y/o analógicas.
- Los transpondedores en satélites, se utilicen para transporte o para difusión directa, así como las estaciones terrenas que elevan la señal al satélite.
- Los elementos terminales ópticos donde se conecta la fibra óptica que va por las torres de transmisión.
- Enlaces rentados a TELMEX de RDI<sup>6</sup>, ATM<sup>7</sup>, Frame Relay, Líneas Privadas.

La utilización de la fibra óptica en el cable de guarda OPGW (Optical Ground Wire) cumple con las expectativas para satisfacer estos requerimientos de los procesos de generación, distribución, control, transmisión y transformación de energía eléctrica además de permitir integrar estos con el proceso administrativo.

Sería demasiado pretencioso pensar en hacer un recuento exacto de cada uno de los equipos de telecomunicaciones que tiene la empresa funcionando, para el presente trabajo sólo se pudo conseguir algunos datos muy generales, debido que la empresa considera los datos de su red confidenciales.

En la actualidad CFE tiene anillos de fibra óptica en diferentes ciudades de la Republica como son Monterrey (figura 2), Hermosillo, Mérida y Ciudad de México.

<sup>5</sup> Local Area Network: Redes de área local que por lo regular son computadoras dentro de una oficina que intercambian datos entre si.

<sup>6</sup> Red Digital Integrada.

<sup>7</sup> Transferencia de Modo Asíncrono.

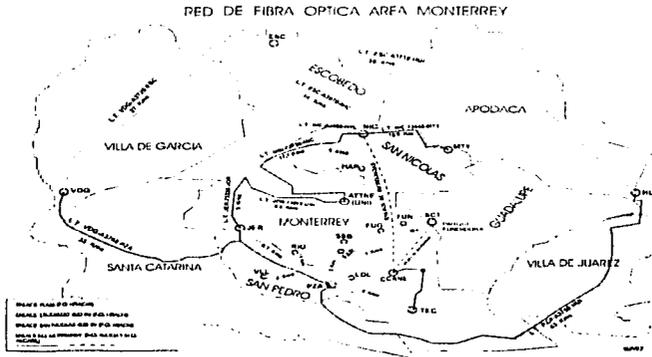


Figura 2<sup>8</sup>: Anillo de Fibra Óptica de la Ciudad de Monterrey, Nuevo León.

Dichos anillos de fibra óptica están soportados en las torres de transmisión. En la figura 3 se muestra el OPGW del anillo metropolitano de la Ciudad de Monterrey, el cuál se está convirtiendo en un importante medio para la red de telecomunicaciones en el norte del país.

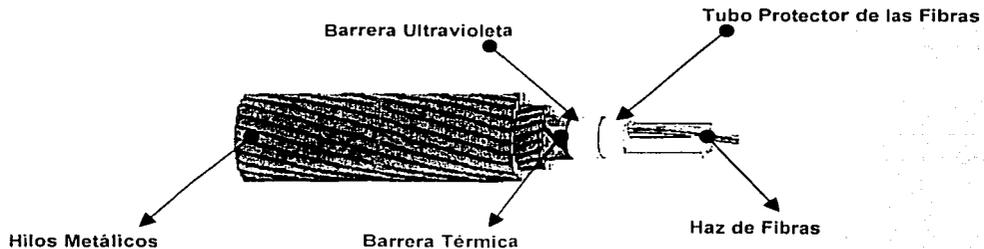


Figura 3<sup>7</sup>: Muestra del OPGW utilizado en las líneas de transmisión y sus componentes

<sup>8</sup> Seminario "desarrollo de las telecomunicaciones en CFE a través de las líneas de transmisión de energía eléctrica, con la utilización de fibras ópticas", que fue dado en la Asociación Mexicana de Ingenieros Mecánicos y Eléctricos (AMIME) por el Ing. Ernesto Ayala Cortes Jefe de Disciplina del Departamento de Redes Conmutadas de CFE..

<sup>9</sup>También se menciona en el artículo del Ing. Fidel Rosales Monrroy de la Gerencia de Subestaciones y Líneas publicado en la Gazeta UNAM En la actualidad C.F.E. tiene aproximadamente 6,000 Km de fibra óptica, si la empresa tiene 37,970 Km. de líneas de Transmisión y 637,633 Km de líneas de Distribución, se tiene un potencial red de fibra óptica de 675, 603 Km que le permitiría competir con otras compañías de telecomunicaciones, incluso convirtiéndose en "Carrier de Carrier"<sup>10</sup>.

### 3.1.4 RED DE ACCESO

Son todos aquellos elementos o dispositivos que, de una u otra forma, aportan capacidad de encaminamiento o dotan de inteligencia a los medios de transmisión. En suma, aquellos elementos que condicionan el camino seguido por la señal y son imprescindibles para que ésta llegue desde el origen a su destino. Se incluyen los siguientes elementos:

- Centrales de conmutación de voz y concentradores en redes telefónicas.
- Conmutadores de paquetes, en redes de datos.
- Elementos de inteligencia de red y servidores de todo tipo (vídeo bajo demanda, acceso a Internet).
- Red de Videoconferencia.
- Lan Switch y Hub.

La CFE posee innumerables equipos de este tipo, distribuidos en distintos puntos de la red de telecomunicaciones, el problema nuevamente es la administración por distintas áreas de telecomunicaciones, lo que provoca que la red no sea homogénea.

La creciente necesidad de ancho de banda<sup>11</sup> no solo en la empresa sino en el entorno mundial es una muestra de cómo la demanda de servicios de telecomunicaciones han ido creciendo en forma exponencial. La dependencia de las tecnologías de información en los negocios son cada vez más importantes y CFE no es la excepción la adopción de plataformas informáticas cada vez más robustas no sólo facilitan y vuelven eficientes los procesos administrativos de la empresa, esto es muy importante ya que en CFE es la que soporta la mayoría de las aplicaciones informáticas necesarias para la Administración de la empresa como son: Sistema Contable en tiempo real, Despacho Eléctrico, Sistema Integral de Medición de Energía (SIME), Sistema Integral para el Control Local de Energía (SICLE), SICTRE y ASARE. Aplicaciones fundamentales para la empresa.

<sup>9</sup> Cita. Ing. Fidel Rosales Monrroy Jefe de Departamento de Subestaciones de CFE

<sup>10</sup> Carrier de Carrier son aquellas compañías que les rentan a compañías proveedoras de telecomunicaciones.

<sup>11</sup> Capacidad máxima de transmisión de un enlace. Usualmente se mide en bits por segundo (bps). Es uno de los recursos más caros de toda red y es uno de los temas principales hoy en día pues el ancho de banda es una limitante para el desarrollo de aplicaciones que requieren transferir grandes cantidades de información a muchos puntos diferentes (multimedia, por ejemplo)

### 3.1.5 RED DE DISTRIBUCIÓN

Bajo esta denominación se recogen todas las infraestructuras que permiten llevar la información al cliente desde el último elemento de conmutación. Constituyen, en esencia, los medios necesarios para prestar el servicio al cliente.

En la actualidad los medios para prestar los servicios al cliente dentro de la empresa están constituidos por cable de cobre llamado "UTP". Este tipo de cableado permite altas velocidades en los servicios y les ha permitido a las áreas de integrar sus redes de voz y datos en una sola. Algunas como es el caso de la Subdirección de Transmisión. En el mediano plazo se espera la integración de servicios en una sola red de alta velocidad.

En México todavía no se tiene la cultura del e-commerce pero en cuanto vaya creciendo el uso de esta aplicación el requerimiento de ancho de banda será cada vez mayor y serán necesarias proporcionar comunicaciones de mayor capacidad.

Entonces la adecuada planeación de la red de distribución será sumamente importante en la modernización de la red con tecnología de punta la tecnología aprovechando las ventajas que le darían por ejemplo la tecnología llamada Power Line Communication (PLC) que más adelante se explicara con más detalle.

### 3.2 PLAN DE ACCIÓN DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES.

#### 3.2.1 NODOS PRINCIPALES

La red de telecomunicaciones pasará por nueve ciudades principalmente, el motivo de lo anterior es que ya existe infraestructura por parte de C.F.E. en esas ciudades pero sobre todo la inversión sería menor lo más importantes de esto es que la mayoría de los clientes o usuarios de la red como son: Transmisión, Distribución, CENACE y Generación se encuentran ubicados en esas ciudades.

Pensando en las telecomunicaciones como unidades de negocio, de acuerdo a datos estadísticos se sabe que son las ciudades con mayor consumo de servicios telefónico, Internet, computadoras personales y telefonía celular.

Otra ventaja es que las grandes industrias se encuentran dentro de las ciudades de Distrito Federal, Monterrey y Guadalajara teniéndose la posibilidad de que en el largo plazo se convierten en potenciales clientes de C.F.E. Telecomunicaciones.

Además, son las tres ciudades con mayor concentración de población en la Republica Mexicana.

Debido a lo anterior y teniendo en cuenta que la red de C.F.E. tiene 234 puntos de presencia en todo el país las principales ciudades serán las siguientes:

- Distrito Federal
- Mexicali
- Hermosillo
- Gómez Palacio
- Monterrey
- Guadalajara
- Veracruz
- Tuxtla Gutiérrez
- Mérida

### 3.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA RED

En la actualidad la mayoría de las redes de CFE son TDM<sup>12</sup> (Time Division Multiplexing). Este tipo de redes es funcional hasta que no se ve en la necesidad de aumentar la capacidad de transmisión. Los problemas que presenta la red utilizando tecnología TDM son los siguientes:

- Las Redes TDM aumentan su capacidad mediante el aumento de la velocidad de transmisión transmitiendo un solo canal a la vez
- La transmisión se dificulta conforme se aumenta la distancia y la velocidad
- Para incrementar la capacidad cuando se alcanza el límite máximo de distancia se agregan sistemas en paralelo usando otro par de fibras



TM: Terminal  
 REP: Repetidores/Regeneradores  
 OA: Amplificadores Ópticos

Figura 4: configuración de un sistema TDM de enlace WAN

Como se observa en la figura 4, cada determinada distancia se utiliza un equipo repetidor, lo que redundo no solo en una red más compleja, también en una inversión económica mucho mayor. De la misma forma la inversión se incrementa en cuando se requiere incrementar la capacidad al alcanzar el límite máximo de

<sup>12</sup> Multiplexaje por división de tiempo

distancia se agregan sistemas en paralelo usando otro par de fibras por lo que la red termina siendo una red demasiado compleja de administrar y muy costosa.

### 3.3 NECESIDADES DE MODERNIZACIÓN DE LAS REDES DE TRANSPORTE, ACCESO Y DISTRIBUCIÓN

Con el fin de sustentar, el desarrollo de las telecomunicaciones y por ende el proyecto de diversificación de CFE, es necesario hacer modificaciones a la red de transporte consistente en la modernización de las diferentes tecnologías ya en operación en la red de transporte. Como anteriormente se ha descrito la cobertura de la red de CFE es inigualable, el problema es que muchas de sus tecnologías se han vuelto obsoletas y con el fin de sustentar la entrada de CFE al negocios de las telecomunicaciones es necesario modernizar, algunas de estas tecnologías.

Hoy en día las tecnologías con que cuenta en las redes de transporte, acceso y distribución CFE son las siguientes:

En la parte de la red de transporte son:

- Fibra Óptica
- Microondas
- SDH

En la parte de la red de acceso son:

- LMDS
- Gigabit Ethernet

En la parte de la red de distribución son:

- PLC

Debido a la importancia de estas tecnologías para poder tener y ofrecer servicios de telecomunicaciones de alta calidad, en un ambiente competitivo y de negocios, es menester modernizar estas tecnologías, por lo que a continuación se describen las tecnologías antes mencionadas.

### 3.3.1 FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica es el medio más moderno de enviar información y que más avances tecnológicos ha sufrido en los últimos tiempos. Emplea luz para la transmisión de señales. Está compuesta por una región cilíndrica por la cual se efectúa la propagación, denominada núcleo y de una zona externa y coaxial con él, y que se denomina envoltura o revestimiento.

Existen dos tipos de fibra óptica, la monomodal y multimodal que responden a distintas necesidades de acuerdo al uso que se le va a dar, las condiciones a las que estará expuesta, etc.

Rápidamente la fibra óptica ha dado a conocer algunas de sus bondades como eficiencia, seguridad, confiabilidad, ancho de banda, baja atenuación, inmunidad electromagnética y rapidez en la transmisión de información. Esto trajo consigo la utilización de ésta en diferentes áreas que son necesarias para el desarrollo de la empresa.

#### 3.3.1.1 CARACTERISTICAS DEL OPGW

Es necesario conocer el concepto del OPGW, para poder analizar sus ventajas y desventajas frente a otros medios de transmisión de información por lo que a continuación lo describiremos.

El cable de guarda con fibras ópticas integradas en diferentes tipos de diseño o fabricación, debiendo cumplir con las siguientes condiciones de diseño (figura 5):

1. la unidad de fibra óptica deberá estar contenida dentro de un tubo concéntrico de aluminio extruido, (Que cumpla con 1350 EC - H19 para uso eléctrico).
2. la disposición de las fibras dentro del tubo concéntrico pueden ser:
  - a. separadas por tubos holgados de plástico, inmersas en gel o material absorbente de hidrogeno.
  - b. distribuidas a discreción inmersas en gel o material absorbente de hidrogeno.
3. el elemento de refuerzo mecánico para las fibras debe ser no metálico y contenido dentro de la unidad de fibra óptica.

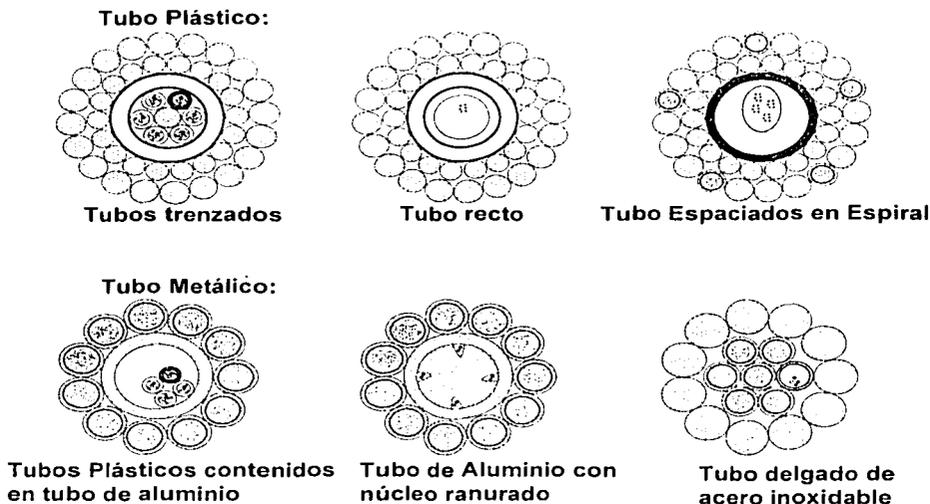


Figura 5: Diferentes configuraciones de OPGW

Cuando se instale el cable en ambientes corrosivos, el sitio se debe indicar en las Características Particulares, siendo responsabilidad del fabricante el complementar el diseño del cable propuesto con un material adherible (grasa), para protegerlo contra la corrosión, siendo obligatorio que en ambientes corrosivos deberá integrarse grasa al cable OPGW en su diseño. Referirse a la tabla de clasificación de zonas contaminantes Para determinar las áreas de alta contaminación.

La capa exterior llamada corona, debe estar formada por alambres de acero con recubrimiento de aluminio o una combinación de estos con alambres de aleación de aluminio (A, AS, especificación CFE A0000-01). El trenzado debe ser izquierdo y con un paso de trenzado no menor de 10 ni mayor de 16 veces el diámetro del cable.

Con se puede ver las características del OPGW son muy particulares, más en nuestro país donde encontramos muy diversos climas, en esté sentido las pruebas que tienen que pasar esto cables son muchos siendo lo más importantes los siguientes:

En la mayoría de las pruebas se monitorea el desempeño óptico de las fibras

Pruebas mecánicas	Pruebas eléctricas	Pruebas de comportamiento ambiental
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tensión-presión.</li> <li>✓ Curva de baja temperatura.</li> <li>✓ Paso múltiple por polea.</li> <li>✓ Vibraciones.</li> <li>✓ Aplastamiento.</li> <li>✓ Impacto.</li> <li>✓ Torcido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Corto circuito.</li> <li>✓ Descargas atmosféricas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ciclos de temperatura.</li> <li>✓ Generación de hidrógeno y sus efectos.</li> <li>✓ Hermeticidad al agua.</li> <li>✓ Compatibilidad química.</li> <li>✓ Medio ambiente y compatibilidad de reciclado.</li> </ul>

Tabla 3: Pruebas efectuadas a los cables OPGW utilizados en la red de Fibra Óptica

Lo más importante es proponer este medio de transmisión para la red de telecomunicaciones para CFE no sólo es por las ventajas enumeradas en la tabla 4, también por que ya tiene instalada en parte de la red de telecomunicaciones y en gran medida se está apostando por este medio para ser utilizado como parte fundamental de la red de transporte.

En la figura 6 se observa el hilo de guarda en una línea de transmisión, de forma que también hace una doble función.

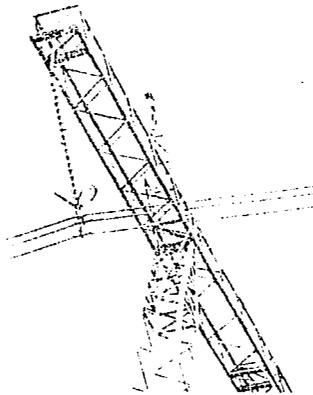


Figura 6: Hilo de Guarda en una línea de transmisión

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Transmisión de datos a alta velocidad.</li> <li>✓ Gran ancho de banda.</li> <li>✓ El cable fibra óptica, al ser muy delgado es mucho más ligero y ocupa menos espacio que el cable coaxial y el cable par trenzado.</li> <li>✓ Acceso ilimitado y continuo las 24 horas del día, sin congestiones.</li> <li>✓ La fibra óptica hace posible navegar por Internet, a una velocidad de 2 Mbps, impensable en el sistema convencional, en el que la mayoría de usuarios se conecta a 28.kbps.</li> <li>✓ Video y sonido en tiempo real.</li> <li>✓ Compatibilidad con la tecnología digital.</li> <li>✓ Gran seguridad. La intrusión en una fibra óptica es fácilmente detectable, por el debilitamiento de la energía luminosa en recepción, además no radia nada, lo que es particularmente interesante para aplicaciones que requieren alto grado de confidencialidad.</li> <li>✓ Resistencia al calor, frío y a la corrosión.</li> <li>✓ Se pueden agrupar varios cables de fibra óptica que transporte grandes cantidades de tráfico, de forma inmune a las interferencias.</li> <li>✓ Insensibilidad a la interferencia electromagnética, como ocurre cuando un alambre telefónico pierde parte de su señal.</li> <li>✓ Menor costo de inversión para los proyectos de comunicación en instalaciones propias.</li> <li>✓ Disminución de costos de mantenimiento del OPGW.</li> <li>✓ Crear anillos para los medios de comunicación.</li> <li>✓ Disponibilidad de canales digitales de voz y datos.</li> <li>✓ Proporcionar un medio de alta velocidad para las redes de datos.</li> <li>✓ Disponibilidad automática de canales para integrar las nuevas instalaciones eléctricas de potencia.</li> <li>✓ Un medio de comunicación que permite establecer videoconferencia.</li> <li>✓ Con lo anterior, las expectativas de modernización y crecimientos de las redes de comunicación propios de C.F.E. se podrán obtener minimizando los recursos de inversión financieros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dificultad de reparar un cable de fibra roto.</li> <li>✓ La especialización del personal encargado de realizar las soldaduras y empalmes.</li> <li>✓ El costo de instalación es elevado.</li> <li>✓ Fragilidad de las fibras.</li> </ul>

Tabla 4: ventajas y desventajas de la utilizar fibra óptica como medio de transporte

### 3.3.2 MICROONDAS

En CFE existen enlaces de microondas que no se pueden dejar de lado, ya que son parte importante de la red de telecomunicaciones, muchos de los enlaces de este medio son analógicos, la modernización de la red de microondas se tendrán enlaces de alta capacidad. El avance que han tenido las microondas digitales ha sido tal que se transmiten altas velocidades.

Actualmente la red de microondas mas importante propiedad de C.F.E. es la que cubre las Áreas de Transmisión y Transformación Baja California, Noroeste, Norte, Noreste, Occidente, Central, Sureste, Oriente y Peninsular con un total de 10,000 km de comunicación. Proporciona servicios de teleprotección a líneas de transmisión y equipo eléctrico primario, disparo automático de centrales de generación, así como servicios de comunicación de voz y datos del CENACE hacia las áreas y subareas para la administración y control del sistema eléctrico.

Además proporciona servicios de comunicación a las áreas técnico-administrativas de las Subdirecciones de Transmisión, Transformación y Control , Generación, Distribución y Administrativa

#### 3.3.2.1 NECESIDAD DE MODERNIZACIÓN DE LA RED DE MICROONDAS

La red de microondas de tiene aproximadamente 14 años de haber sido adquirida y 12 años de estar en operación. Actualmente no se fabrican refacciones para este tipo de equipos, además de la obsolescencia de la tecnología analógica por la rápida evolución de la transmisión digital representa un riesgo para garantizar la continuidad del servicio de comunicaciones y en consecuencia la del sistema eléctrico de potencia.

La red de microondas actual es incapaz de proporcionar los servicios de transporte digital que requiere CFE, para poder integrar proyectos de modernización en el proceso de desarrollo como son Sistema de Información en Tiempo Real para la Administración y Control de Energía (SITRACEN), Sistema de Información para el Control Local de energía (SICLE) y Sistema de Información para el Mercado de Energía (SIME), entre otros.

La digitalización de la red de microondas debe ser acorde a la modernización de los diversos procesos de C.F.E., la cual traerá altos beneficios para la empresa y contar con una red de telecomunicación propia con la más reciente tecnología. La digitalización coadyuvara a aumentar la productividad y la seguridad del sistema eléctrico nacional, ya que esta no puede depender de servicios de telecomunicaciones proporcionados por terceros.

### 3.3.2.2 BENEFICIOS DE LA MODERNIZACIÓN

La modernización de la red de microondas implicaría grandes beneficios no sólo porque se reutilizaría la red actual, sino por que la modernización de está implicaría ampliar la red de alta velocidad (actualmente en crecimiento) y darle diversificación a los medios de telecomunicación entre otros beneficios serían:

- ✓ Disponibilidad de canales digitales de alta velocidad para interconectar las nuevas estaciones maestras que están en proceso de adquisición para la modernización del SITRACEN.
  - Disponibilidad de puertos digitales de alta velocidad que darán conectividad a la modernización y automatización de subestaciones SICLE.
  - Canales digitales de 64 Kbps de alta calidad para la teleprotección de líneas y subestaciones, así como disparos automáticos de generación.
  - Canales digitales de voz dedicada para la administración y control del sistema eléctrico.
  - Proporcionar el medio de transporte digital con tasas de transmisión de 34 Mbps en la red troncal, 8 y 2 Mbps en las radiales para establecer la red de transporte de voz y datos en plataforma SDH.
  - Establecer la conectividad del nodo nacional SDH hacia las Áreas de Generación, Transmisión, Control de Energía, Distribución, Técnico-Administrativas y Construcción.
  - Establecer una red institucional para dotar de los servicios de datos, voz y como valor agregado video-conferencia en plataforma SDH.

### 3.3.3 TECNOLOGÍA SDH (JERARQUITA DIGITAL SÍNCRONA )

Actualmente la CFE tiene en operación esta tecnología como parte del medio de transporte en algunas de sus áreas regionales. Comisión Federal de Electricidad en específico, la Subdirección de Transmisión, Transformación y Control ha tenido la visión de planear su crecimiento actual apostando en esta tecnología.

Ya algunas áreas de telecomunicaciones de la empresa tiene grandes proyectos en lo cuales se incluyen esta tecnología homogeneizando su red de transporte, llevándola a ser una red de transporte de alta velocidad. La figura 7 hace referencia a un megaproyecto<sup>13</sup> que tiene dicha subdirección para enlazar varias de sus áreas regionales con el Distrito Federal.

La transmisión de voz y datos de manera digital se basa en portadoras de 2,048 Mbps, constituidas por 30 canales de voz multiplexados, cada uno con una

<sup>13</sup> Información Disponible en <http://www.compranet.gob.mx> en la sección de licitaciones vigentes.

capacidad de 64 kbps (conocidos como E1 y descritos en la especificación CCITT G.703). El incremento del tráfico en la década pasada ha obligado que más y más de estas portadoras E1 sean multiplexadas de manera conjunta para incrementar la capacidad, la cual ha evolucionado en rangos de 8, 34 y 140 Mbps. Hoy en día se pueden encontrar enlaces de fibra óptica de 565 Mbps, cada uno de los cuales con capacidad de 7,680 canales. El incremento en la capacidad de las portadoras ha generado el desarrollo de nuevos protocolos y sistemas de transmisión, entre los cuales se puede mencionar la Jerarquía Digital Plesio-crónica (PDH), la cual ha demostrado una problemática que se ha superado a través de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH).

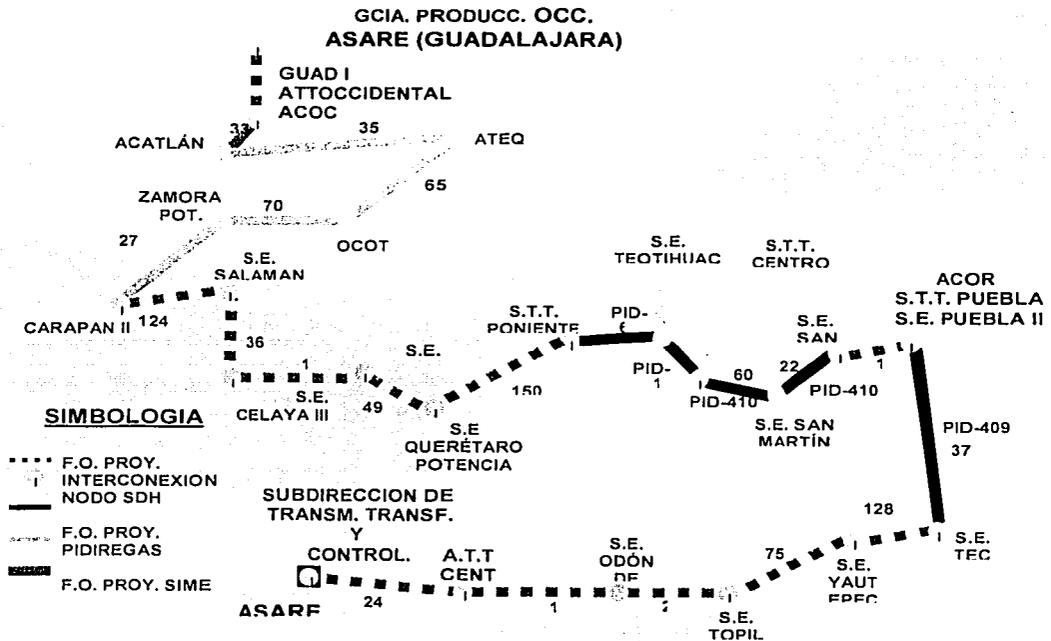


Figura 7: Diagrama esquemático del proyecto en licitación por parte de C.F.E.

El estándar para la red óptica Síncrona (SONET) nació en 1984, como producto del esfuerzo de la ANSI (American National Standards Institute) y para 1988, este

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

instituto en colaboración con el CCITT produjo un estándar internacional, un superconjunto de SONET, que llegó a conocerse como Jerarquía Síncrona Digital.

SDH está basada en STM-1 (155.52 Mbps), la cual es idéntica a la tasa de transmisión SONET STS-3 y soporta la transmisión de todas las portadoras de PDH, datos en formato ATM, SMDS y MAN. Una característica de SDH es que toda la infraestructura requerida es controlada por software, incluso a nivel de Chips individuales, lo que permite una administración centralizada. La figura 8 muestra un sistema SDH.

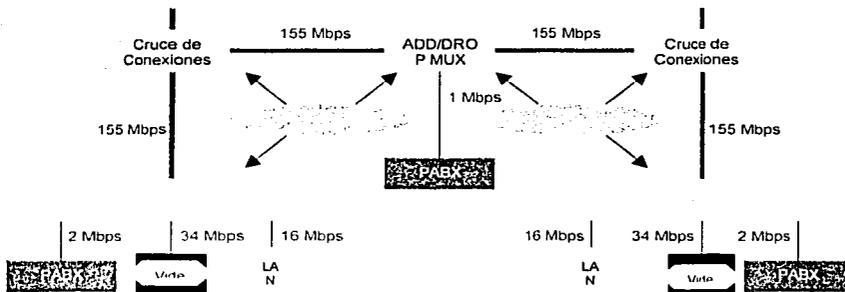


Figura 8 Topología de una red Digital SDH

### 3.3.3.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Con la tecnología de transporte SDH se ha dado un gran paso dentro de CFE, para poseer una red de alta velocidad, este tipo de tecnología tiene sus ventajas y desventajas (tabla 5). Ahora dadas las condiciones de la red de fibra óptica que se está dando en este momento en el largo plazo se podrá pensar en DWDM<sup>14</sup>, el cuál se describe a continuación en el siguiente punto. No es descabellado pensar que en cuanto la parte jurídica se lo permita, la red de telecomunicaciones competirá con las más poderosas compañías proveedoras de servicios de telecomunicaciones en México.

<sup>14</sup> Multiplexaje por división de tiempo

<b>Sumario de la Tecnología SDH (Jerarquización Síncrona Digital)</b>		
<b>Características</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<p>Aumento en la demanda de circuitos digitales aparición de más y nuevos servicios.</p> <p>Demanda de mayores velocidades.</p> <p>Demanda de mayor calidad y seguridad.</p> <p>Demanda de mayor flexibilidad.</p> <p>Entorno liberalizado.</p> <p>Entornos multioperador.</p>	<p>La administración integral de los circuitos.</p> <p>Integración flexible de grupos de circuitos.</p> <p>Integración de la multicanalización, transmisión y croconexión en una entidad de transporte.</p> <p>Fuertemente basada en fibras ópticas.</p> <p>Gastos de explotación más bajos debido a interfases realizadas a los sistemas operativos que proporcionan un informe más detallado y las capacidades alejadas del aprovisionamiento.</p> <p>Baja los requisitos de capital debido a la competencia creciente del vendedor.</p> <p>Calidad mejorada del servicio debido a la vigilancia en el funcionamiento favorable.</p> <p>Confiabilidad mejorada debido a niveles más altos de integración desde su fabricación.</p> <p>La administración integral de los circuitos.</p> <p>Integración flexible de grupos de circuitos.</p> <p>Integración de la multicanalización, transmisión y croconexión en una entidad de transporte.</p> <p>Fuertemente basada en fibras ópticas.</p> <p>Gastos de explotación más bajos debido a interfases realizadas a los sistemas operativos que proporcionan un informe más detallado y las capacidades alejadas del aprovisionamiento.</p> <p>Baja los requisitos de capital debido a la competencia creciente del vendedor.</p> <p>Calidad mejorada del servicio debido a la vigilancia en el funcionamiento favorable.</p> <p>Confiabilidad mejorada debido a niveles más altos de integración desde su fabricación.</p>	<p>Fue pensada exclusivamente para tráfico de voz.</p> <p>Distancias no muy largas.</p>

Tabla 5: Resumen de las ventajas y desventajas de la tecnología SDH

### 3.3.4 TECNOLOGÍA DWDM (MULTIPLEXAJE POR DIVISIÓN EN DENSIDAD DE LONGITUD DE ONDA)

Tener en operación equipos SDH (descrito en el punto anterior), es haber ganado mucho terreno en la parte de transporte, esto debido a que la migración a tecnología DWDM (Multiplexaje por División de Densidad en Longitud de Onda), hará más fácil la migración de SDH a DWDM, lo que incrementará enormemente el potencial de proveer servicios de alta velocidad. Otra ventaja es que permite la transmisión de datos y video en formatos IP, ATM y SONET/SDH. Sin importar que estos formatos posean distintos anchos de banda. Lo que permitirá incorporar las tecnologías de otras áreas de telecomunicaciones de CFE, que será más sencillo su integración en una sola red de telecomunicaciones más poderosa.

La tecnología DWDM incrementa la capacidad de una fibra óptica por medio de asignar a una señal óptica de entrada, frecuencias específicas (longitud de onda,  $\lambda$ ) dentro de una determinada banda de frecuencia, para posteriormente multiplexar la señal resultante que ingresará a la fibra. Cada señal transportada puede tener una tasa de transferencia distinta (OC-3/12/24, etc.) y un formato diferente (SONET, ATM, etc.). Por ejemplo, una red DWDM con una mezcla de señales SONET operando a OC-48 (2.5 Gbps) y OC-192 (10 Gbps) puede alcanzar capacidades superiores a los 40 Gbps, sin alterar el mismo grado de confiabilidad en su desempeño. Las terminales futuras DWDM transportarán más de 80 longitudes de onda de OC-48 (200 Gbps) o bien, 40 longitudes de onda de OC-192 (400 Gbps), una capacidad suficiente para transmitir 90,000 volúmenes de una enciclopedia en un segundo.

#### 3.3.4.1 CARACTERÍSTICAS

La tecnología que permite alcanzar las capacidades anteriores es el amplificador óptico, el cual opera dentro de una banda específica de frecuencia y está optimizado para la operación con fibra óptica de tal manera que es posible emitir señales de luz sin tener que convertirlas a una señal eléctrica. Las pruebas realizadas en amplificadores de fibra óptica han demostrado que son capaces de transportar más de 100 canales (o longitudes de onda) en señales de luz. Este dispositivo instalado en una red es capaz de lograr que la misma maneje un terabit de información lo que equivale a transmitir todos los canales de televisión del mundo al mismo tiempo.

Si se imagina a una fibra óptica como una autopista de varios carriles (figura 9), entonces un sistema tradicional como TDM se puede visualizar utilizando un sólo carril e incrementar su capacidad por medio de incrementar su velocidad en la autopista. En una red óptica que utiliza DWDM se emplean todos los carriles de la autopista (incrementando el número de longitudes de onda transportados en la

misma). Además, en dicho sistema se puede considerar a la autopista como indiferente al tipo de tráfico que se mueve a lo largo del camino, en consecuencia es posible transportar paquetes ATM, SONET e IP.

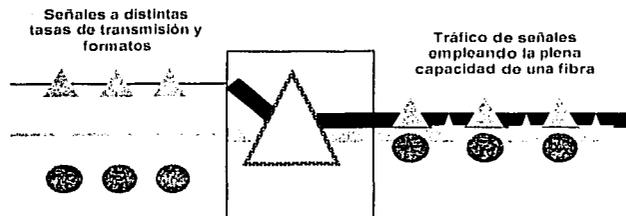


Figura 9. La tecnología DWDM permite la transmisión de señales con distintos formatos en un único medio óptico

#### 3.3.4.2 ¿POR QUÉ UTILIZAR DWDM?

Utilizando DWDM, los proveedores de servicios pueden construir una infraestructura capaz de ir creciendo de acuerdo a los requerimientos del mercado, por medio de agregar sistemas TDM actualmente en uso y de las siguientes generaciones. Además, es posible incrementar la capacidad individual de las redes locales que están saturadas (algo que ninguna otra tecnología puede ofrecer), y que es de gran ayuda en aquellos casos donde múltiples anillos se intersectan entre dos nodos, lo que resulta en una terminación de la capacidad de la fibra.

Comparada con aplicaciones basadas en repetidores, la infraestructura DWDM también incrementa las distancias entre los elementos de la red. El sistema amplificador de fibra óptica de DWDM provee un ahorro en costos gracias a que lee y amplifica las señales ópticas sin necesidad de convertirlas a señales eléctricas. Esto permite a los proveedores de servicios ofrecer una amplia gama de rangos en longitud de onda dentro de la región  $1.55 \mu\text{m}$ . Por ejemplo, con un sistema DWDM es posible multiplexar hasta 16 longitudes de onda en una fibra óptica, las portadoras reducen el número de amplificadores en factores de 16 en cada sitio regenerador. El uso de pocos regeneradores mejora la cantidad de interrupciones e incrementa la eficiencia en redes de larga distancia.

## 3.3.4.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Esta tecnología (En la tabla 6 se proporcionan las ventajas y desventajas) es el futuro de las redes de alta velocidad con la el potencial de la red de fibra óptica de C.F.E. el migrar a está tecnología no sólo será muy conveniente, también se obtendrán beneficios en muy corto plazo con una inversión de recursos financieros, materiales y humanos mucho menor que para otras empresas.

Sumario de la Tecnología DWDM		
Características	Ventajas	Desventajas
La creciente demanda de nuevos servicios y tecnologías sobre redes IP están causando una revolución en las telecomunicaciones. Ya es una realidad que las redes y servicios están convergiendo hacia IP. Un ejemplo es la Telefonía IP (VoIP). Unificación de las redes en funcionamiento sin importar la tasa de transferencia o su formato. Cambio de la infraestructura de las redes para transportar principalmente IP.	Incrementa la capacidad de la red desde dos hasta 200 veces utilizando el mismo par de fibras y el mismo equipo en común. Ahorra espacio y energía. Sus interfases abiertas permiten integrar en forma simultánea e independiente, distintas tecnologías como IP, ATM, Frame Relay, o SDH de forma eficiente y a velocidades que varían desde un STM 1 a un STM 64 sobre el mismo par de fibras ópticas. Su arquitectura permite un crecimiento modular sin necesidad de actualizar todos los equipos de la red. Implementar redes multi-tecnología superpuestas para generar mayores economías de escala y para satisfacer el rápido crecimiento de las telecomunicaciones de hoy día. Como se puede observar, actualmente resulta de vital importancia para un proveedor de servicios el tener flexibilidad, sobrevivencia, alta calidad de servicio, escalabilidad y una potente gestión en su red.	La principal desventaja es que necesita un sistema de administración complejo. Red Jerárquica.

Tabla 6: Ventajas y Desventajas de la tecnología DWDM

## 3.4 TECNOLOGÍA PROPUESTA PARA LA RED DE ACCESO

Cada vez es más importante contar con una red de acceso de mayor capacidad, es decir, que tenga la posibilidad de "manejar" mayor cantidad de información por usuario. Las tecnologías de la información, Internet, Voz sobre las redes de datos (VoIP) y aplicaciones informáticas cada vez más robustas, hacen que la información que manejan esta clase de redes sea mayor. Consecuentemente se hacen necesarias redes de acceso de mucha mayor velocidad.

Dadas las actuales tecnologías de información necesarias para la administración de CFE, es muy necesario contar con redes de acceso de mayor velocidad. Pero sobre todo podría soportar el proyecto de CFE como una empresa multiservicios para en futuro tener la capacidad casi de forma inmediata de poder ofrecer servicios de telecomunicaciones a terceros. Es por esto que es muy necesario la actualización de esta red.

### 3.4.1 TECNOLOGÍA LMDS (SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN LOCAL MULTIPUNTO)

Actualmente la necesidad de tener movilidad y al mismo tiempo contar con acceso a los servicios de datos de la empresa, escuela, correo electrónico e Internet. Hace necesario contar con una tecnología que permita ofrecer estos servicios al usuario final, dada la gran infraestructura con que cuenta CFE se presenta la alternativa del LMDS (siglas en inglés), este sistema podrá ofrecer al cliente alta velocidad de conexión y movilidad que son los requerimientos actuales.

El Sistema de Distribución Local Multipunto (LMDS) es un sistema de comunicación punto - multipunto inalámbrico para transmisión sobre banda ancha, permite transmitir servicios de voz, datos, Internet y video en las frecuencias de los 25 GHz en adelante (dependiendo de la licencia del país).

El acrónimo LMDS es derivado de:

- *L* (local)— denota que las características de propagación de las señales en este rango de frecuencias delimita el área potencial de cobertura de una sola celda; El rango de un transmisor LMDS es aproximadamente 5 millas, según pruebas realizadas en áreas metropolitanas.
- *M* (multipunto)— indica que las señales son transmitidas según un método punto-multipunto; el enlace inalámbrico entre el suscriptor y la estación es una transmisión punto a punto.
- *D* (distribución)— se refiere a la distribución de las señales, las cuales pueden ser tráfico simultáneo de voz, datos, Internet y video.
- *S* (servicio)— indica la naturaleza del suscriptor en la relación entre operador y consumidor; los servicios ofrecidos en una red LMDS dependen completamente del tipo de negocio del operador.

#### 3.4.1.1 TOPOLOGÍAS DE LA RED

En el diseño de sistemas LMDS son posibles varias arquitecturas de red. La mayoría de los operadores de sistemas utilizarán diseños de acceso inalámbrico punto-multipunto, a pesar de que se pueden proveer sistemas punto-punto y sistemas de distribución de TV con el sistema LMDS. Es de esperarse que los servicios del sistema LMDS sean una combinación de voz, datos y video.

La arquitectura de red LMDS (figura 10) consta principalmente de cuatro partes: centro de operaciones de la red (NOC), infraestructura de fibra óptica, estación base y equipo del cliente (CPE).

El Centro de Operaciones de la Red (Network Operation Center - NOC) contiene el equipo del Sistema de Administración de la Red (Network Management System - NMS) que está encargado de administrar amplias regiones de la red del consumidor. Se pueden interconectar varios NOC's. La infraestructura basada en fibra óptica, típicamente consiste de Redes Ópticas Síncronas (SONET), señales ópticas OC-12, OC-3 y enlaces DS-3, equipos de oficina central (CO), sistemas de conmutación ATM e IP, y conexiones con la Internet y la Red Telefónica Pública (PSTNs).

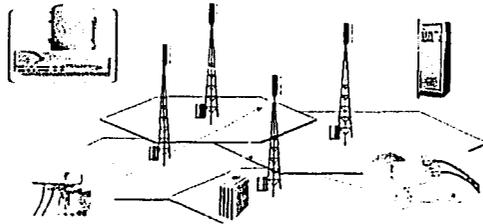


Figura 10: Topología de una Red LMDS óptica

En la estación base es donde se realiza la conversión de la infraestructura de fibra a la infraestructura inalámbrica. Los equipos que permiten la conversión incluyen la interfaz de red para la terminación de la fibra, funciones de modulación y demodulación, equipos de transmisión y recepción de microondas ubicados típicamente en techos o postes. Entre sus características se encuentra la conmutación local que puede no estar presente en diferentes diseños. Si la conmutación local se encuentra presente, los consumidores conectados a la estación base pueden comunicarse entre sí sin tener que entrar en la infraestructura de fibra óptica. De esta manera, la administración del canal de acceso, registro y autenticación ocurren localmente en la estación base.

La arquitectura estación-base alternativa simplemente provee enlace a la infraestructura de fibra óptica. Todo el tráfico dentro de la infraestructura de fibra debe terminar en switches ATM o equipos de oficina central. Bajo este escenario, si dos consumidores conectados a una misma estación base desean comunicarse entre ellos, la comunicación se lleva a cabo en una zona centralizada. Las funciones de autenticación, registro y administración de tráfico se realizan centralizadamente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 3.4.1.2 VENTAJAS, DESVENTAJAS Y APLICACIONES

VENTAJAS	DESVENTAJAS	APLICACIONES
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Costo</li> </ul> <p>Bajos costos de introducción y desarrollo</p> <p>Infraestructura escalable basado en la demanda, cobertura y concentración de edificios.</p> <p>Bajos costos de mantenimiento, manejo y operación del sistema.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Velocidad</li> </ul> <p>Crecimiento más rápido y fácil.</p> <p>Tiempo de retorno más rápido gracias a la rápida respuesta a las oportunidades de mercado.</p> <p>Habilidad para manejar múltiples puntos de acceso de alta capacidad, con tiempos de instalación reducidos sin la preocupación de obtener los derechos de instalar cableados externos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Capacidad</li> </ul> <p>Velocidades de acceso de hasta 8 Mbps</p> <p>Redistribución del ancho de banda entre clientes a tiempo real</p> <p>Plataforma multi-servicios</p> <p>Alta confiabilidad</p> <p>Simetría o asimetría</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Necesidad de línea de vista</li> <li>➤ Alcance limitado</li> <li>➤ Tecnología nueva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ TV multicanal por suscripción</li> <li>➤ Interconectividad de redes LAN</li> <li>➤ Videoconferencia (IP o ISDN)</li> <li>➤ Frame Relay</li> <li>➤ Circuitos de Data dedicados (E1/T1, nX64)</li> <li>➤ ASP</li> <li>➤ ISP</li> <li>➤ Telefonía fija convencional (POTS)</li> </ul>

### 3.4.2 TECNOLOGÍA GIGABIT ETHERNET

Existe otra tecnología de acceso llamada Gigabit Ethernet, esta tecnología es para acceso en edificios y proporciona una alta velocidad entre la red de transporte y la red de distribución, con lo cuál se puede ofrecer velocidades de transmisión de datos al usuario final nunca antes ofrecida, sobre todo tiene la bondad de ser fácilmente administrado.

El término Ethernet Gigabit se refiere a la conexión de paquetes ethernet, por cable o fibra óptica a 1,000 Mbps. Puesto que su propósito principal es la conexión de una gran cantidad de computadoras, su diseño está orientado a la transmisión confiable de datos sin intervenir en el formato de los mismos. La interface en cobre está limitada a distancias muy cortas (una cuantas decenas de pies), mientras que en fibra óptica se pueden realizar conexiones de unos cuantos cientos de metros, debido a la baja potencia de las tarjetas emisoras de luz que actúan como interface.

Las grandes empresas con complejos de edificios que abarcan una porción de terreno bastante amplia, comenzaron a implementar sus redes de área local a través de fibra óptica y Gig E. Esto obligo a los fabricantes de chips a desarrollar tarjetas de interface con capacidades de conexión de varios kilómetros, incluso, la implementación de láser simples con mayor rango. A medida que la fibra se hizo más disponible en las zonas metropolitanas, el concepto creció y nuevas empresas de servicios surgieron, ofreciendo conexiones ópticas Gig E, en la red metropolitana.

#### 3.4.2.1 ANTECEDENTES DE LA TECNOLOGÍA

La tecnología Ethernet LAN es ampliamente utilizada y actualmente acapara el 90% del mercado para redes LAN en los Estados Unidos. Se espera un crecimiento del 97% para el 2004. Gran parte de su popularidad se basa en los bajos costos de inversión y operación que implica. Esta tecnología es del tipo "conéctese y úsese" (plug and play) que autodescubre elementos que son agregados o eliminados de la red. En las empresas, el protocolo IP es muy utilizado para las redes de área local, donde los recursos son compartidos por los usuarios, además de mover y administrar los datos, por esta razón, Ethernet en un medio LAN es ideal para el tráfico generado por IP.

Sin embargo, si un usuario desea comunicarse de una LAN a otra (por ejemplo, a través de una red de área metropolitana), el proceso es totalmente distinto y más complejo. Los canales usados en telecomunicaciones que cubren grandes distancias son predominantemente multiplexados por división de tiempo (TDM) y no son capaces de transportar de manera directa los paquetes ethernet. Para esto, es

necesario convertirlos a un formato compatible como Frame Relay o ATM (figura 11). Una vez que se ha cubierto la distancia, será necesario, convertir la señal a su forma original en IP Ethernet. Este doble proceso ocasiona un incremento en costos por el equipo adicional requerido además de agregar complejidad al proceso y provocar cuellos de botella en el sistema que realiza la conversión de formatos.

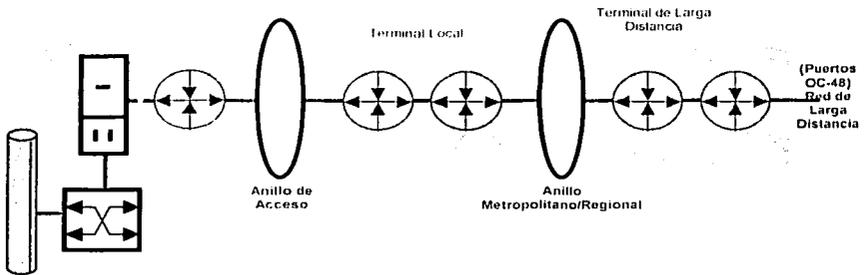


Figura 11. Una conexión LAN a una línea Telefónica

La situación cambiaría si el sistema Ethernet se construyera con la capacidad de transferir el protocolo nativo LAN a lo largo de toda la Red de Area Metropolitana sin necesidad de realizar la doble conversión mencionada. Dicho acceso tendría capacidades 10/100 o, inclusive hasta gigabits. Por esta razón, se están realizando importantes inversiones en investigación, que tienen el propósito de desarrollar una nueva tecnología que sustituya el proceso de multiplexaje en una MAN. La figura 12 muestra una manera de construir una red Ethernet sin usar una conexión TDM/SONET.

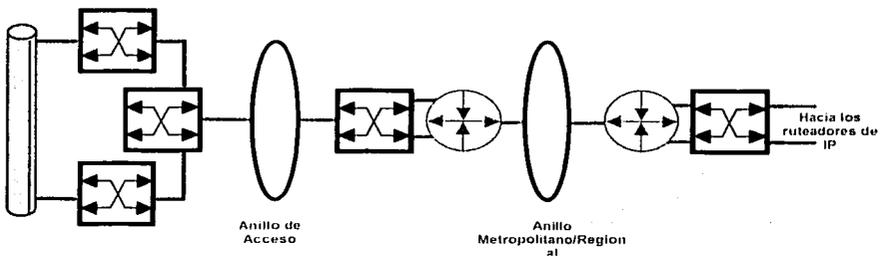


Figura 12. Una Red Metropolitana Gigabit Ethernet

### 3.4.2.2 ARQUITECTURA

Actualmente se están considerando dos formas para construir una red como la que se ha descrito. Algunas empresas se están enfocando a emplear la capacidad disponible de fibra óptica que se encuentra instalada y que no es usada, de tal manera que se ponga al alcance de la mano de usuarios tipo doméstico cuando esto sea posible o, en su caso, crear la infraestructura necesaria para conseguir dicho objetivo. La construcción y administración en la entrega del servicio se logrará con la instalación de switches que se conectarán a la red metropolitana a través de tarjetas de puerto tipo Gig E situadas en los mismos.

Comisión Federal de Electricidad ya ha incursionado en esta tecnología, siendo algunas áreas de telecomunicaciones las precursoras de estas LAN's, que le permitirán a CFE correr sus poderosas plataformas informáticas.

### 3.4.2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Esta tecnología (En la tabla 7 se proporcionan las ventajas y desventajas) esta tecnología es el presente de la redes LAN en C.F.E. conjuntándose así medio de transporte y de acceso de alta velocidad, situación que muy pocas empresas pueden lograr.

Sumario de la Tecnología Gigabit Ethernet		
Características	Ventajas	Desventajas
Iniciada por Xerox Corporation a mediados de los 70's. Tecnología dominante en LAN. Representa el 85% de las conexiones de red. Rápido crecimiento dejando de ser exclusivo para LAN e integrándose a WAN. Expandibilidad.	Tecnología de WAN y de LAN. Ancho de banda cualquiera, depende de la red de transporte. Tecnología muy madura y muy utilizada. Productos y servicios muy competitivos con respecto a otras tecnologías. VoIP en redes bien administradas. Red de alta velocidad.	Principal aplicación para internet. Retardo muy grande. Variación de retardo muy grande. VoIP en internet presenta muchas deficiencias.

Tabla 7: Ventajas y Desventajas de la tecnología DWDM

### 3.5 TECNOLOGÍA PROPUESTA PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Una parte fundamental en la prestación de servicios de telecomunicaciones, es precisamente llevar el servicio hasta el usuario final, muchas empresas el mayor gasto en el cobro por instalación de un nuevo servicio es el cableado estructurado necesario para ofrecer el mismo. La tecnología Power Line Communication le ofrecería a CFE una ventaja competitiva en el negocio de las telecomunicaciones. Ya antes se ha mencionado esta tecnología, ahora la describiremos con más detalle.

#### 3.5.1 TECNOLOGÍA PLC (POWER LINE COMMUNICATION)

Hasta ahora, ninguno de los servicios de acceso a Internet ofrece el balance perfecto entre costos, conveniencia y velocidad. Pero la tecnología de Líneas de Potencia Digitales (PLC) puede cambiar este panorama, al proveer un acceso a Internet a través del sistema eléctrico. Los costos se reducen porque la infraestructura ya existe en cada uno de los hogares. Una línea de Potencia Digital provee una velocidad de acceso a Internet de 12 Mbps, esto es 600 veces más rápido que la conexión convencional teléfono/MODEM.

Muchos de los servicios de acceso a Internet fracasan al tratar de conectar una gran cantidad de puntos individuales, debido a que los costos saturan al proyecto. En el caso de los servicios de una Línea de Potencia Digital, este problema está superado porque cualquier usuario potencial ya está conectado a través de la línea eléctrica y, en consecuencia, el servicio se abarata tanto para los proveedores como para los clientes. Utilizar las líneas eléctricas es muy conveniente para este servicio, ya que no es necesario complementarlo con los enormes dispositivos de la tecnología inalámbrica, tampoco se está atado a una línea telefónica y los clientes pueden explorar la Web, hablar por teléfono y ver una película al mismo tiempo.

#### 3.5.2 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

La tecnología de Líneas de Potencia Digitales ha sido desarrollada por la empresa Northern Telecom y United Utilities a través de acondicionar la infraestructura eléctrica existente, aprovechando el hecho que un cable puede transmitir señales por arriba de 1 MHz, además de la señal eléctrica de 50 o 60 Hz, sin afectar el desempeño entre ellas. En este caso, la señal de baja frecuencia transmite la potencia, mientras que las señales de alta frecuencia pueden transmitir datos.

La unidad condicionante se coloca cerca del medidor eléctrico en el hogar de cada cliente. La CU utiliza filtros para separar las señales eléctricas de las de datos por medio de tres puertos de acoplamiento. El puerto del sistema (NP) recibe las señales mezcladas, las cuales son enviadas a un filtro pasa altas. Este proceso permite que las señales de datos sean enviadas a un Puerto de Distribución de

Comunicaciones (CDP), mientras que un filtro pasa bajas envía la señal eléctrica al Puerto de Distribución de Electricidad (EDP). El mismo filtro pasa bajas permite atenuar el ruido generado por los aparatos eléctricos que funcionan dentro del hogar del cliente, de lo contrario, el agregado de ruido generado por múltiples hogares causaría una distorsión significativa en el sistema. En el caso del filtro pasa altas, éste permite el flujo de datos bidireccional a través de cable coaxial.

La unidad de servicio es una caja montada en la pared que provee una comunicación de datos para propósito múltiple, facilitando la conexión a los datos recibidos a través de distintos tipos de conectores. La modulación por Código de Pulsos Alternantes Diferenciados es empleada para mejorar el muestreo.

La estación base de una Línea de Potencia Digital consta de un rack montable diseñado específicamente para los gabinetes de electricidad típicos. Estos gabinetes constan de 12 estaciones, cada una capaz de comunicar entre 1 a 40 canales de radio. Estas unidades estarán conectadas al sistema de telecomunicaciones públicas a una velocidad E1 o T1 sobre algún servicio de banda ancha. Las distintas opciones para tal efecto variarán en costos, por ejemplo, la solución más simple es conectar líneas arrendadas a cada subestación, pero es muy costosa por la gran cantidad de conexiones necesarias. Se ha sugerido un sistema inalámbrico para realizar la conexión de las estaciones base al Internet, lo cual reducirá los cobros locales, pero incrementará los costos del hardware. Otra alternativa consiste en tender líneas de banda ancha en paralelo con las eléctricas hasta las estaciones. Dichas líneas pueden ser fibra óptica, ATM o cable coaxial de banda ancha. Los costos locales se reducen pero los costos por equipamiento se incrementan. La implementación de la tecnología de Líneas de Potencia Digitales probablemente involucrará una mezcla de estas alternativas optimizando los costos para cada área de servicio.

### 3.5.3 VENTAJAS

Las ventajas de esta tecnología son múltiples e incluyen velocidad y pocas necesidades de infraestructura (sólo es necesaria la estación servidor y la unidad de servicio para establecer la conexión), convirtiéndola en una alternativa bastante atractiva.

Bajo el esquema de Líneas de Potencia Digitales, se forman pequeñas redes locales (LAN), las cuales finalizan en una subestación eléctrica. Estas LAN comparten una conexión a Internet T1/E1. Los clientes experimentan un incremento tremendo en la velocidad comparado con las conexiones convencionales a 28.8 kbps o 56 kbps, aún en horas pico.

Las líneas de comunicación para propósitos múltiples representan una opción ideal para la era de la información. La división de anchos de banda permite que en

un hogar se puedan utilizar distintos medios de comunicación (teléfono o PC) sin interferir unos con otros.

Cada LAN permitirá a la gente controlar todos los equipos en su hogar desde una PC o un sistema de acceso remoto por medio de convertir cada toma de corriente en un nodo, de tal manera que se realicen peticiones vía e-mail a cada equipo instalado en el hogar. Por ejemplo, una dirección típica podría ser "refrigerador@hogar" para acceder al mismo y estudiar la imagen que proporciona la cámara digital y así comprar los víveres que se han agotado.

#### 3.5.4 LIMITANTES

Se han detectado varias limitantes para la implementación de esta tecnología en los Estados Unidos y la Gran Bretaña. Los problemas tienen que ver con la cantidad de usuarios por transformador y el tamaño y forma de los polos.

En los estados Unidos un transformador da servicio a entre 5 y 10 hogares, mientras que en Europa son 150 hogares. Como la señal digital no puede pasar a través de un transformador, es necesario que todo el equipo se coloque después del mismo. Pero, puesto que el número de usuarios por transformador es pequeño en los Estados Unidos, los costos que se predicen por equipamiento son prohibitivos. Aunque no existe un consenso único al respecto, ya que se argumenta que el 100% de los hogares en los Estados Unidos se suscribirían al servicio, haciendo rentable la operación. También se ha sugerido restringir la cantidad de servicios o bien, cobrar altas tarifas.

Por otra parte, las pruebas realizadas demostraron una vulnerabilidad del sistema a la saturación de ciertas frecuencias, haciendo imposible la transmisión. La BBC, radioaficionados y el Sistema de Emergencias del Reino Unido fueron afectados por este problema. La empresa Nor.Web está tratando de solucionar el conflicto por medio de negociar el arrendamiento de ciertas frecuencias para uso propio, y ofrecer nuevas frecuencias a los radioaficionados. Estas negociaciones se llevan a cabo en Londres, en donde también se está tratando el tema de la seguridad a través de la encriptación de información sensible.

### 3.6 CONCLUSIONES

Para la Comisión Federal de Electricidad es importante conocer el desarrollo e implantación de la tecnología PLC, para sus propias aplicaciones por lo que se plantea la posibilidad de experimentar diferentes tecnologías y analizar la compatibilidad con las características de la red eléctrica de CFE, en virtud de que:

- ✓ CFE es la entidad natural para implantar la tecnología PLC, por lo la empresa está obligada a promover su desarrollo para mantener al país a la vanguardia de los sistemas de comunicación.
- ✓ Promover la implantación de la tecnología PLC por ser potencialmente otra alternativa de acceso local de información que permita el desarrollo más rápido y extenso de la empresa.
- ✓ Invertir en nuevas tecnologías que den más valor a las redes existentes para ofrecer nuevos servicios innovadores y de alta calidad a nuestros clientes.
- ✓ CFE cuenta con la infraestructura eléctrica necesaria para implementar la tecnología PLC.
- ✓ La tecnología PLC podría impulsar el desarrollo tecnológico de la CFE en la transmisión de su información y en el servicio de sus instalaciones.

El sistema PLC funciona con el transporte de señales a través de la Red de Fibra Óptica, emitidas por un Centro de Servicios y distribuida con dispositivos instalados a la salida de los transformadores de baja tensión con terminales en el acceso a las instalaciones eléctricas, donde se dará el servicio.

Gracias a la tecnología PLC se tienen las siguientes ventajas:

- ✓ Todos los contactos toma corriente se convierten en puntos de conexión a la red de telecomunicaciones.
- ✓ La instalación de repetidores en algunos edificios transforma el cableado de baja tensión en red de telecomunicaciones.
- ✓ Al utilizar la infraestructura de la red eléctrica de baja tensión instalada, adquiere ventajas sobre cualquier tecnología del mismo tipo.
- ✓ Suministra múltiples servicios de voz y datos con la misma plataforma tecnológica IP, mediante la instalación de un modem.
- ✓ Cualquier lugar de la casa u oficina con un contacto toma corriente es suficiente para estar conectado.
- ✓ Instalación rápida, al no requerir cableado especial.

PLC es una tecnología de acceso, que permite convertir cualquier contacto toma corriente de casa u oficina en un puerto de conexión a las redes de telecomunicación, empleando la red eléctrica de baja tensión para la transmisión de voz y datos a una capacidad hasta 50 Mbps.

Transmisión está construyendo su red de transporte utilizando fibra óptica "soportada" sobre las torres de transmisión, lo que potencialmente le dará a transmisión en el futuro una red de fibra óptica de 37,970 Km aproximadamente, lo que daría una cobertura total en el país, la plataforma utilizada para conectar la fibra óptica es SDH<sup>15</sup>, con protocolo (IP) Internet Protocol. De ser una sola red de comunicaciones se tendrá una red con 234 puntos de presencia en el país, esto es sólo contando los nodos principales de cada subdirección, existen también 1,698 subestaciones, más de 200 plantas generadoras, etc. con esto se tendrían más de 1,500 puntos de presencia en toda la República, que abarcan 124,964<sup>16</sup> poblaciones en todo el país. Como punto de comparación Telmex<sup>17</sup> menciona en su publicidad que tiene cobertura en 105,000 poblaciones y una cobertura del 98.6%, C.F.E. tendría una cobertura del más del 100% tomando el parámetro de Telmex. Por otra parte existen 37,970 Km de líneas de Transmisión, que abarcan desde Mexicali hasta Islas Mujeres, 637,633 Km. de líneas de Distribución de alta y baja tensión que sirve para dar servicio a 20, 000,000 de usuarios.

Así el implementar alta tecnología dentro de la red de telecomunicaciones hará de CFE un empresa altamente competitiva en este campo y lista para incursionar en el negocio de las telecomunicaciones.

---

<sup>15</sup> Tecnología Digital Sincronía Jerárquica

<sup>16</sup> Datos disponibles en <http://www.cfe.gob.mx>

<sup>17</sup> Datos disponibles en <http://www.telmex.com.mx>

## CAPITULO IV

### EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO PILOTO DE "PLC" EN LA CIUDAD DE MERIDA, YUCATÁN POR C.F.E.

#### 4.1. INTRODUCCIÓN

Como vimos anteriormente en este capítulo se analiza la viabilidad financiera de la implementación de la prueba piloto del sistema de comunicación basado en la tecnología ASCOM en las instalaciones propias del área de Transmisión Mérida, que cuenta con la infraestructura necesaria para recibir este proyecto. La tecnología permitirá ofrecer servicios de acceso a Internet, telefonía local de la red pública, telefonía de la red privada de CFE, vídeo bajo demanda, correo electrónico, teleseguridad y telemedición, que resuelve la comunicación utilizando como medio de transmisión los cables que transmiten electricidad de baja tensión desde el Transformador de baja tensión hasta el usuario, convirtiéndose en un medio alternativo de comunicación. Esto se hace con el objeto de mostrar la viabilidad técnico-económica de la aplicación tecnológica del PLC en CFE.

#### 4.2 DESTINO DE LOS SERVICIOS

El destino de los servicios serán las instalaciones del Área de Transmisión y Transformación de C.F.E. ubicadas en la ciudad de Mérida, Yucatán.

#### 4.3 SERVICIOS OFRECIDOS

Los servicios que se ofrecerán a los clientes que forman parte de la Prueba Piloto son básicamente los siguientes:

- ✓ Telefonía local y de la red pública.
- ✓ Telefonía de la red privada de CFE.
- ✓ Correo electrónico.
- ✓ Teleseguridad.
- ✓ Acceso permanente a Internet.
- ✓ Telemedición.
- ✓ Vídeo bajo demanda

Durante el periodo de pruebas se estableció un servicio telefónico para la atención al cliente que recogerá y canalizará todas las incidencias relacionadas con los servicios ofrecidos.

#### 4.4 REQUERIMIENTOS PARA LA PRUEBA PILOTO

La prueba piloto se plantea para un total de 20 usuarios de la oficina de C.F.E. en la ciudad de Mérida, Yuc. A las que se proveerá de acceso a Internet, telefonía local, de la red pública, telefonía, de la red privada de C.F.E., vídeo bajo demanda, correo electrónico, teleseguridad y telemedición. La duración de la prueba es de 3 a 6 meses.

Si bien se sabe la tecnología PLC permite ofrecer servicios de Telecomunicación de gran capacidad a través de los cables eléctricos de la baja tensión en cualquiera de los enchufes de las viviendas. Se trata de una tecnología en desarrollo que requiere de pruebas piloto para aumentar la experiencia en la misma, caracterizar las redes y conocer su comportamiento y potencial real previo a su posible despliegue.

Esta tecnología presenta la ventaja práctica de no requerir obra civil alguna y sólo precisar de la instalación de equipos electrónicos tipo modem en las enchufes que vayan a prestar servicio. También hay que instalar equipos en puntos escogidos de la red eléctrica tales como centros transformadores de baja tensión.

#### 4.5 NORMATIVIDAD TÉCNICA

Las pruebas debe realizarse conforme a la norma FCC (Federal Communications Comisión) parte 15<sup>1</sup>, por lo que el cumplimiento de la actual normatividad de Baja Tensión no presenta ninguna problemática particular puesto que, no existe, ninguna incompatibilidad con los sistemas PLC. No ocurre lo mismo en el caso de la normatividad de Compatibilidad Electromagnética. Las características particulares de los terminales PLC pueden hacer necesaria una revisión de los requerimientos de emisividad e inmunidad que deben aplicar a los mencionados terminales. Concretamente, las particularidades de los sistemas PLC son:

- ✓ La líneas de alimentación de los terminales PLC forma parte de la interfaz de comunicaciones, se utiliza para la transmisión de la señal de datos.
- ✓ Coexistencia frecuencial. La banda de frecuencias de la señal transmitida es utilizada por otros sistemas de comunicación, aunque en diferente medio físico.

Las bandas de frecuencia se consideran dominio de las emisiones conducidas y que deben mantenerse bajo unos determinados límites en los cables de alimentación. En ningún caso la normatividad analiza los fenómenos de radiación que se producirán al inyectar señales en el mencionado rango de frecuencias en la red de

---

<sup>1</sup> Según lo estipula el PLCForum disponible en <http://www.plcforum.com>

Baja Tensión. Por ello, dentro de los objetivos de las pruebas piloto en redes reales de Baja Tensión se encuentran:

- ✓ Analizar los fenómenos de radiación de la red de distribución de Baja tensión.
- ✓ Evaluar la calidad de servicio en función de los niveles de señal inyectados en la red.
- ✓ Verificar la Compatibilidad Electromagnética con los sistemas existentes.

#### 4.6 TRABAJOS QUE EFECTUARA LA CFE

En lo tocante a C.F.E. el mantenimiento en infraestructura y equipos, operación de los mismos, conexión de los equipos en alta tensión será proporcionada por trabajadores de Comisión Federal de Electricidad, que servirá como capacitación para los mismos, con lo que en futuro de ponerse en marcha dicho proyecto a nivel nacional, al ser realizada la operación y el mantenimiento por trabajadores de C.F.E. reducirá costos a la hora de hacer las justificaciones financieras del mismo.

Mantenimiento de infraestructura.

- ✓ Camino de acceso
- ✓ Explanada
- ✓ Sistema de tierras
- ✓ Caseta
- ✓ Torre
- ✓ Sistemas de alimentación CA/CD
- ✓ Sistema fotovoltaico

Mantenimiento equipo de comunicación.

- ✓ Supervisión instalación
- ✓ Supervisión equipos en operación
- ✓ Mantenimiento preventivo y correctivo equipos

En la actualidad Comisión Federal de Electricidad cuenta con el personal técnico ubicado estratégicamente en el ámbito geográfico con la finalidad de atender cualquier emergencia.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 4.7 ESTUDIO ECONÓMICO

Los objetivos del estudio financiero aquí presentado son ordenar y sistematizar la información de carácter monetario, a fin de identificar y ordenar todos los items de inversiones, costos e ingresos que puedan deducirse de estudios previos y evaluar así la rentabilidad económica del proyecto piloto.

Para comenzar con el estudio se tiene referencia de los costos de la compañía que ASCOM<sup>2</sup> con sede en Suiza y que fue la encargada de poner en servicio la prueba piloto en la Ciudad de Mérida, Yuc. La información presentada sobre los precios del proyecto son costo manejados por la propia empresa Suiza.

## 4.8 COSTO DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS

En primera instancia manejaremos los costos de los equipos que aunque no se tiene referencia del precio exacto de cada equipo, solamente se tuvo acceso al monto total de los equipos utilizados en la prueba en la tabla 1 se describen los equipos y la cantidad utilizada de cada uno de ellos.

	Descripción del equipo	En servicio	Refacción	Total	Costo Unitario	Costo Total
1	Equipo de media tensión en cabecera de baja tensión.	4	4	8	\$ 10,000	\$80,000
2	Unidad de acoplo de media tensión	4	2	6	\$5,000	\$30,000
3	Cabecera de baja tensión	1	1	2	\$2,000	\$4,000
4	Repetidores de baja tensión	4	2	6	\$1,500	\$9,000
5	Modems de usuario baja tensión	25	5	30	\$35	\$1,050
6	Software de teleseguridad	1	0	1	\$3,000	\$3,000
7	Software de telemedición	1	0	1	\$2,500	\$2,500
8	Cameras de seguridad	2	0	2	\$2,500	\$5,000
9	Video sensor	2	0	2	\$800	\$1,600
10	RTV teletrak	4	0	4	\$100	\$400
11	Analizador de redes	4	0	4	\$500	\$2,000
						\$138,550

Nota: Todos los precios fueron obtenidos de la empresa ASCOM

Tabla 1: Descripción de los equipos utilizados en la prueba proporcionados por ASCOM

El costo total por los equipos descritos en la tabla 2 fueron:

*Costo total 138,550 dólares.*

*Costo total 1,513,829.70 Pesos<sup>3</sup>*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<sup>2</sup> Datos disponibles en <http://www.ascom.com>

<sup>3</sup> Paridad cambiaria 10.93 pesos por dólar Fuente Banco de México para el inicio del proyecto

## 4.9 COSTOS DE INGENIERÍA

La compañía ASCOM dividió el proyecto en 7 fases, las cuales tiene un costo y van desde la planeación hasta el informe final de la prueba a la alta dirección de Comisión Federal de Electricidad. Las fases de este proyecto se describieron como sigue:

- ✓ FASE 1 Planificación
- ✓ FASE 2 Ingeniería
- ✓ FASE 3 Suministro de equipos (logística)
- ✓ FASE 4 Instalación de equipos (Sólo supervisión)
- ✓ FASE 5 Operación (Puesta en Servicio)
- ✓ FASE 6 Análisis de Resultados
- ✓ FASE 7 Informe final

En los costos por fase solamente se consideran los servicios, dichos montos se describen a continuación en la tabla 2.

FASE	SERVICIO	CANTIDAD DOLARES	CANTIDAD PESOS <sup>4</sup>
1	Planificación	22,193.75	242,577.69
2	Ingeniería	56,822.83	621,073.53
3	Suministro de equipos	15,000.00	163,950.00
4	Instalación de equipos	71,336.86	779,711.88
5	Operación	80,286.00	877,525.98
6	Análisis de Resultados	-40,000.00	-437,200.00
7	Informe final	15,000.00	163,950.00
Total		300,639.00	3,285,989.08

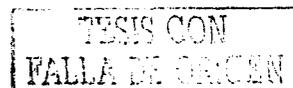
Tabla 2: Costos por fase durante el proyecto

En la tabla 3 se resumen el monto total del proyecto:

CONCEPTO	COSTO (DÓLARES)	COSTO (PESOS) <sup>4</sup>
Costo total por los equipos	227,304.39	2,484,436.88
FASE 1 Planificación	22,193.75	242,577.69
FASE 2 Ingeniería	56,822.83	621,073.53
FASE 3 Suministro de equipos	22,193.76	242,577.80
FASE 4 Instalación de equipos	71,336.86	779,711.88
FASE 5 Operación	98,286.20	1,074,268.17
FASE 6 Análisis de Resultados	49,143.10	537,134.08
FASE 7 Informe final	22,336.86	244,141.88
<b>Monto total de proyecto</b>	<b>569,618</b>	<b>6,225,922.01</b>

Tabla 3 Monto total de la prueba piloto

<sup>4</sup> Paridad cambiaria 10.93 pesos por dólar Fuente Banco de México



#### 4.10 ESTIMACIÓN DE INGRESOS

Para estimar los ingresos que se tendrían en el proyecto en caso de que se ofrecieran servicios de telecomunicaciones hacemos un estudio de mercado para monitorear las rentas mensuales de los productos similares al que ofertamos para lo cuál nos enfocamos a tres compañías proveedoras de servicios las cuales son:

- MVS Igate
- TELMEX
- Intercable

##### 4.10.1 MVS IGATE<sup>5</sup>

El servicio de Internet de alta velocidad que ofrece MVS brinda beneficios en cuanto la conexión inalámbrica, lo cuales son:

- Conectarse y navegar: su conexión es inmediata y no requiere complicadas instalaciones ni hacer cita con técnicos especializados para configurar su máquina o instalar antenas.
- Ahorrar en su consumo telefónico, ya que al no requerir línea telefónica puede olvidarse de las llamadas extras en su servicio medido.
- Llevarlo consigo y conectarse en cualquier lugar donde haya una computadora, ya que es totalmente inalámbrico y portátil.
- Elegir la velocidad de su conexión y navegar a una velocidad que jamás imaginó.
- Bajar archivos de música, imágenes y video hasta 16 veces más rápido.

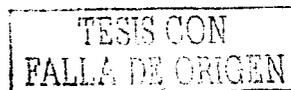
##### 4.10.1.1 TARIFA

En la tabla 4 se describen los costos de las distintas velocidades, el costo del equipo es de aproximadamente \$3,995 00/100 M.N.

SERVICIO	VELOCIDAD DE RECEPCIÓN	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	RENTA MENSUAL
MACH 1	128 kbps	64 kbps	\$349 pesos
MACH 2	256 kbps	128 kbps	\$499 pesos
MACH 3	384 kbps	192 kbps	\$699 pesos
MACH 4	512 kbps	256 kbps	\$899 pesos

Tabla 4: Costos de los servicios ofrecidos por MVS Igate

<sup>5</sup> Información obtenida de la pagina <http://www.mvs.com.mx>



## 4.10.2 TELMEX

Ahora TELMEX a través de su servicio Prodigy Ininitum ofrece un servicio de alta velocidad para el hogar, oficina y sitios públicos. Lo que da una ventaja para las personas que hoy en día requieren de movilidad. Así en la tabla 5 mostramos los servicios ofrecidos por TELMEX.

Beneficios	Prodigy Ininitum 256	Prodigy Ininitum 512	Prodigy Ininitum 2000
Cuenta de acceso a Prodigy Ininitum, que permite acceder a través de Prodigy-Móvil de manera simultánea con Prodigy Ininitum y acceder a través de Prodigy Internet para Roaming en más de 3,500 poblaciones de México y 750 de Estados Unidos.	1 Cuenta	1 Cuenta	1 Cuenta
Cuentas de correo electrónico con capacidad de 25 Mb (con dominio prodigy.net.mx)	25	25	25
Espacio para publicación de página personal del tipo www.prodigy.net.mx/minombre.	10 MB	10 MB	10 MB

Tabla 5: Beneficios ofrecidos por TELMEX con su producto Prodigy Ininitum

## 4.10.2.1 TARIFA

En la tabla 6 se describen los costos de las distintas velocidades:

El costo del equipo es de aproximadamente \$2,999 00/100 M.N.

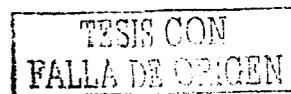
SERVICIO	RENTA MENSUAL
Prodigy Ininitum 256 Kbps.	\$ 599
Prodigy Ininitum 512 Kbps.	\$ 999
Prodigy Ininitum 2000 Kbps.	\$ 4599

Tabla 6: Costos de los servicios ofrecidos por TELMEX con Prodigy Ininitum

4.10.3 INTERCABLE<sup>6</sup>

Intercable es una compañía de Monterrey que ofrece servicios de acceso a Internet con su producto InterCable, ofrecen una conectividad de hasta 768Kbps mucho más que otras compañías competidoras. Así como en las anteriores en la tabla 7 mostramos los beneficios que ellos ofrecen.

<sup>6</sup> Información obtenida de la página <http://www.intercable.net>



Beneficios	CableLink Kilo 256	CableLink Giga 512	CableLink Tera 768
Acceso ilimitado a Internet	1 Cuenta	1 Cuenta	1 Cuenta
Cuentas de correo electrónico	5 MB	13 MB	13 MB
Soporte técnico las 24 horas	SI	SI	SI
MODEM sin necesidad de líneas telefónicas.	SI	SI	SI

Tabla 7: Beneficios ofrecidos por Intercable

## 4.10.3.1 TARIFA

En la tabla 8 se describen los costos de las distintas velocidades:

El costo del equipo es de aproximadamente \$900 00/100 M.N.

SERVICIO	RENTA MENSUAL
CableKilo 256 Kbps.	\$499
CableGiga 512 Kbps.	\$899
CableTera 784 Kbps.	\$ 1080

Tabla 8: Costos de los servicios ofrecidos por Intercable

## 4.10.4 RESUMEN

Habiendo hecho el estudio de mercado hacemos un comparativo en la tabla 9 de las compañías analizadas.

SERVICIO	MVS Igate 512 kbps	TELMEX 512 kbps	Intercable 512 kbps
Contratación	\$0	\$0	\$619
Costo Equipo	\$3,995	\$2,999	\$1,200
Renta Mensual	\$899	\$899	\$899
<b>TOTAL</b>	<b>\$4,894</b>	<b>\$3,898.00</b>	<b>\$2,638.56</b>

Tabla 9: Comparativo entre las compañías seleccionadas en el estudio

## 4.11 CALCULOS DE ENGRESOS

Con el fin de establecer lo precios que serán establecido en nuestro producto haremos un estudio sobre los salarios que percibirían , costos de operación y mantenimiento entre otros menores como papelería, pago de agua, etc.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 4.11.1 CALCULO DE SALARIOS Y PRESTACIONES DEL PERSONAL

Para atender los centros de servicio será necesario personal calificado por lo que en la tabla 10 se da la relación del personal su salario anual y mensual. Para calcular los salarios utilizaremos como base los vigentes actualmente en CFE, como consecuencia tendremos que tomar en cuenta todas sus prestaciones, lo anterior es debido a que seguirían siendo parte de CFE como empresa y los regiría el mismo contrato colectivo de trabajo.

CANTIDAD	PERSONAL	SALARIO MENSUAL C/U	AGUINALDO	FONDO DE AHORRO	TOTAL	TOTAL ANUAL
2	Ingenieros Calificado	\$20,000.00	\$33,333.33	\$84,000.00	\$357,333.33	\$714,666.67
2	Ingenieros de Soporte	\$12,000.00	\$20,000.00	\$60,000.00	\$224,000.00	\$448,000.00
4	Técnicos	\$8,000.00	\$13,333.33	\$39,000.00	\$148,333.33	\$593,333.33
2	Secretarias	\$7,000.00	\$11,666.67	\$24,000.00	\$119,666.67	\$239,333.33
1	Intendencia	\$5,000.00	\$8,333.33	\$12,000.00	\$80,333.33	\$80,333.33

Tabla 10: Tabla de salarios y prestaciones del personal

La cantidad total por concepto de salarios y prestaciones por todo el personal es:

Total Mensual: \$172,972.22 Pesos  
\$15,825.45 Dólares

Total anual: \$2,075,666.64 Pesos  
\$189,905.46 Dólares

## 4.11.2 CALCULO DE EGRESOS POR GASTOS ADMINISTRATIVOS

Aquí calcularemos los gastos administrativos y consumibles<sup>7</sup> como son:

Papelería y Consumibles	2,500
Agua	450
Predial	333
Despensa	1,250

El total del monto mensual de estos gastos son: \$4,533 Pesos  
\$415 Dólares

El total del monto anual de estos gastos son: \$54,396 Pesos  
\$4,977 Dólares

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<sup>7</sup> Estos datos fueron estimación hechas haciendo un estudio a través de diferentes paginas de compañías que venden papelería al por mayor y en la pagina del Gobierno del D.F.

Para alojar el centro de servicio, se pensó que sería más rentable comprar el terreno y construir el centro de servicio, siendo CFE el dueño del predio se obtendrían más ventajas, haciendo una búsqueda entre las principales compañías de Bienes y Raíces\* se encontró que la zona más cara es el centro de la Ciudad de México en donde se encontró que el costo promedio para un terreno (120 M2) en esa zona es de \$2,544,000.00, ahora bien sumando un estimado de la construcción de CDS.

Adquisición del terreno	\$2,544,000.00
Construcción CDS	\$1,000,000.00
Tramites Administrativos	\$100,000.00

**El total de a inversión sería: \$3,644,000.00 Pesos**  
**\$333,394.33 Dólares**

#### 4.11.3 CALCULO DEL COSTO DE LA CONTRATACIÓN DE LOS SERVICIOS

Para hacer el calculo de la contratación debemos hacer un estimado de cuanto tendríamos que ingresar a este costo del total del equipamiento, para lo cual tenemos que el monto total del equipamiento es el siguiente:

Monto total de proyecto	\$569,618 Dólares
	\$6,225,922.01 Pesos

Para hacer una estimación del monto por contratación en la cuál incluiremos los gastos del centro de servicio dividimos el monto entre la capacidad del centro de servicios que son 1,000 usuarios, además de incluir el Modem y Convertidor necesario para cada usuario.

Monto por usuario (Incluye Modem y Convertidor): \$6,958.23

Tomando en cuenta que es un estudio a 72 meses ya que se trata de una prueba piloto podemos hacer estimaciones que nos lleva a hacer suposiciones, pensando en los precios del estudio de mercado y haciendo contratos con tiempo de contratación mínima como lo establecen las compañías evaluadas. Siendo los tiempo de plan forzoso de 24 meses tenemos que podemos establecer una contratación de aproximadamente el 25% del valor total por usuario lo que nos daría \$1,739.56 por usuario lo que sería un precio muy competitivo.

Ahora el restante 75% lo podemos incluir en la renta mensual a lo largo de los 24 meses de contratación forzosa.

\* Información de bienes y raices de <http://www.metrocubicos.com.mx>, <http://www.segundamano.com.mx>, <http://www.aviso-oportuno.com.mx>

**4.11.4 CALCULO DE LA RENTA MENSUAL**

En la renta mensual por usuario se incluirán los conceptos por salarios, gastos administrativos, además de trasladar la diferencia en equipamiento, por lo que tenemos finalmente:

Salarios	\$172,972.22
Gastos Administrativos	\$4,533
Diferencia de equipamiento	\$5,218.67

Si dividimos todos estos conceptos entre los 1,000 usuarios para los que tiene capacidad el centro de servicio tenemos:

Salarios	\$172.97
Gastos Administrativos	\$4.53
Diferencia de equipamiento	\$217.44
Construcción	\$151.83

Tenemos un total mensual por usuario de \$546.78 pesos, si tomamos en cuenta que los costos para de los otros proveedores de servicios para el mismo producto que ofertaría CFE tiene una renta mensual de \$899 pesos tenemos un margen de \$352.22, lo que sería una utilidad para la empresa.

**4.11.5 COMPARATIVO**

En la tabla 11 se muestra un comparativo entre los servicios ofrecidos por otras compañías proveedoras de servicios y el producto que ofrecería CFE.

SERVICIO	MVS Igate 512 kbps	TELMEX 512 kbps	Intercable 512 kbps	PLC-CFE 512 kbps
Contratación	\$0	\$0	\$619	\$0
Costo Equipo	\$3,995	\$2,999	\$1200	\$1,739.56
Renta Mensual	\$899	\$899	\$899	\$899
<b>TOTAL</b>	<b>\$4,894</b>	<b>\$3,898.00</b>	<b>\$2,718.00</b>	<b>\$2,638.56</b>

Tabla 10: Comparativo entre las compañías seleccionadas en el estudio y CFE

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 4.12 INGRESOS

Para comenzar a estimar los ingresos tomaremos de referencia la renta calculada, así como los ingresos por los costos de los equipos que se le cobrarán a los usuarios para ello se estimaron los ingresos para el primer año en que se proyecta tener ganancias, que sería el segundo año del proyecto. En la tabla 11 se muestran los mismos.

INGRESOS (PESOS)	
1000 USUARIOS	
PERIODO 12	
RENTA MENSUAL (\$899 PESOS)	
\$899,000.00	
RENTA ANUAL	
\$10,788,000.00	
INGRESOS POR CONCEPTO DE EQUIPAMIENTO (SOLO UNA VEZ)	
PARA 1000 USUARIOS	
\$1,739,560.00	
<b>INGRESOS TOTALES ANUAL</b>	<b>\$12,527,560.00</b>

Tabla 11: Ingresos para el segundo año del proyecto

A partir del segundo año en que se piensa tener ganancias (tercero del proyecto) los ingresos por concepto de equipamiento desaparecen porque se supuso una cartera de clientes de 1000 usuarios, esto quiere decir que no aumentan. En la tabla 12 se muestran los ingresos para el segundo años de ganancias.

A partir de este año, el resto de la duración del proyecto se tendrán las mismas ganancias, esto será importante para nuestro análisis financiero final.

INGRESOS (PESOS)	
1000 USUARIOS	
PERIODO 12	
RENTA MENSUAL (\$899 PESOS)	
\$899,000.00	
RENTA ANUAL	
\$10,788,000.00	
INGRESOS POR CONCEPTO DE EQUIPAMIENTO (SOLO UNA VEZ)	
PARA 1000 USUARIOS	
\$0.00	
<b>INGRESOS TOTALES ANUAL</b>	<b>\$10,788,000.00</b>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tabla 12: Ingresos para el tercer año del proyecto

## 4.13 EGRESOS

Tomando en cuenta todo el anterior se construyeron las tablas 13 y 14 para el concepto de los egresos con lo cuál se construyo el análisis financiero.

<b>EGRESOS (PESOS)</b>	
<b>PERIODO 12</b>	
INVERSION INICIAL DEL PROYECTO INCLUYE CAPACITACIÓN, MANTENIMIENTO, PUESTA EN SERVICIO, PRUEBAS DE DE ACEPTACIÓN, OPERACIÓN, INSTALACION Y TRASLADO DE LOS EQUIPOS.	
<b>\$6,255,922.01</b>	
INVERSIÓN ADQUISICION DE TERRENO Y CONSTRUCCIÓN	
ADQUISICION TERRENO	<b>\$2,544,000.00</b>
CONSTRUCCION CDS	<b>\$1,000,000.00</b>
TRAMITES ADMINISTRATIVOS	<b>\$100,000.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$3,644,000.00</b>
EGRESOS POR CONCEPTO DE SALARIOS (MENSUAL)	
<b>\$172,972.22</b>	
EGRESOS POR CONCEPTO DE SALARIOS (ANUAL)	
<b>\$2,075,666.64</b>	
EGRESOS POR GASTOS ADMINISTRATIVOS (MENSUAL)	
<b>\$4,533.00</b>	
EGRESOS POR GASTOS ADMINISTRATIVOS (ANUAL)	
<b>\$54,396.00</b>	
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>\$2,130,062.64</b>

AHORA SUMANDO LA INVERSIÓN HECHA EN EL PRIMER AÑO DE LA INVERSIÓN DEL MONTO TOTAL DEL PROYECTO TENEMOS QUE PARA EL PRIMER AÑO NUESTRO EGRESOS SERÁN DE:

**\$8,385,984.65**

AHORA SUMANDO LA INVERSIÓN PARA LA ADQUISICIÓN DEL TERRENO, CONSTRUCCION Y TRAMITES ADMINISTRATIVOS TENEMOS

**\$12,029,984.65** **MONTO TOTAL EGRESO DEL PRIMER AÑO**

Tabla 13: egresos para el primer año del proyecto

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**EGRESOS (PESOS)**

<b>PERIODO 12</b>		
MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS VALOR 1% DE LA INVERSIÓN INICIAL		
<b>ANUAL</b>		<b>\$62,559.22</b>
MANTENIMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN 1% TOTAL DEL COSTO DE LA INFRAESTRUCTURA.		
<b>ANUAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>\$36,440.00</b>
EGRESOS POR CONCEPTO DE SALARIOS (MENSUAL)		
		<b>\$172,972.22</b>
EGRESOS POR CONCEPTO DE SALARIOS (ANUAL)		
		<b>\$2,075,666.65</b>
EGRESOS POR GASTOS ADMINISTRATIVOS (MENSUAL)		
		<b>\$4,533.00</b>
EGRESOS POR GASTOS ADMINISTRATIVOS (ANUAL)		
		<b>\$54,396.00</b>
<b>MONTO TOTAL EGRESO DEL SEGUNDO AÑO \$2,229,061.87</b>		

Tabla 14: egresos para el segundo año del proyecto

**4.14 RESULTADO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO**

En la tabla 15 presentamos los resultados más importantes del análisis económico, estado completo este en el anexo A de este trabajo.

INVERSIÓN TOTAL	millones pesos	<b>32.730</b>
VPI = VP INVERSIÓN	millones pesos	<b>21.683</b>
RNO = RENDIMIENTO NETO DE OPERACIÓN	millones pesos	<b>51.212</b>
VPN = BENEFICIO NETO DE LA INVERSIÓN = RNO - VP INVERSIÓN	millones pesos	<b>29.529</b>
B/C = RNO / VP INVERSIÓN	por unidad	<b>2.362</b>
TIR = TASA INTERNA DE RETORNO	%	<b>75.605%</b>
CAE = COSTO ANUAL EQUIVALENTE	millones pesos	<b>3.410</b>

Tabla 15: Resultados más importantes del análisis financiero

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 4.15 CONCLUSIONES

A través de este capítulo hemos analizado las posibilidades de este proyecto para CFE, técnicamente es factible y como demuestran los resultados, económicamente es rentable, este proyecto hará de CFE una empresa altamente competitiva en el mercado de las telecomunicaciones.

La competencia en el mercado de los servicios de telecomunicaciones es altamente competitivo, actualmente las empresas líderes de este ramo, han evolucionado hasta convertirse en las mejores del mundo (TELMEX), pero el potencial que muestra CFE en este campo es grande. La evolución de las tecnologías ha sido tan rápido que los cambios en la industria son vertiginosos, la tecnología PLC puede otorgar a CFE grandes beneficios para la empresa.

## CONCLUSIONES

La globalización y los cambios en la regulación en el sector eléctrico han permitido que las industrias eléctricas incursionen en otros tipos de negocios convirtiéndose en empresas multiservicio. En todo el mundo está sucediendo esto, lo que ha permitido a esta clase de empresas adicionar beneficios económicos a sus finanzas, permitiéndoles expandir su infraestructura y sus alcances en los negocios. Uno de los negocios más exitosos en estas empresas son las telecomunicaciones, aprovechando su poderosa infraestructura.

La historia ha demostrado la importancia que ha tenido CFE en el desarrollo del país. Desde sus inicios a superado obstáculos que parecían insalvables, logrando sobreponerse a la falta de inversiones que impusieron las empresas eléctricas privadas en los inicios de la industria eléctrica en México. Estas dificultades no han hecho más que engrandecer lo logrado hasta ahora por CFE.

La importancia de las telecomunicaciones en México y en el mundo ha quedado demostrado. En los últimos años el auge de los servicios de telecomunicaciones en todos los ámbitos de la vida del país es cada vez más importante. El actual Gobierno ha hecho de las telecomunicaciones un estandarte en su lucha contra el analfabetismo y el desarraigo social de algunas de las comunidades más apartadas, para lo cual ha implantado el sistema e-mexico, buscando interconectar las comunidades más aisladas con el resto del país. Esto demuestra que las telecomunicaciones en el desarrollo del país son fundamentales.

Las telecomunicaciones han cambiado la forma de hacer negocios, ahora se puede cerrar un negocio estando en Monterrey con un cliente en la Ciudad de México, sin necesidad de viajar. Esta fortaleza de las telecomunicaciones las han hecho parte fundamental e indispensables para el crecimiento de una empresa y su éxito en los negocios.

En la vida cotidiana la necesidad de estar siempre comunicado a través de servicios de voz y datos, han hecho que la gente común dependa cada vez más de estos servicios, por lo que la demanda se ha incrementado y por ello el éxito de las compañías de telecomunicaciones.

La red de telecomunicaciones de CFE es una de las más extensas del país, siendo además una red en constante crecimiento. Así la red de transporte en estos momentos se encuentra en plena modernización y se está implementando fibra óptica por las torres de transmisión, este tipo de cable es llamado Cable de Guarda con Fibra Óptica (OPGW), con lo proyectado hasta este momento CFE podría llegar a pensar en poseer una red de fibra óptica de aproximadamente 21,000 km.

## Conclusiones

---

Esto solo utilizando las líneas de alta tensión. Mención aparte se debe hacer en la parte de distribución que se tiene aproximadamente 3,000 km de fibra, teniendo un potencial de expandir esta red hasta aproximadamente 500,000 km.

Pero esto no es todo también se posee una red de microondas, que complementaria la red de fibra óptica. Todo esto haría de la red de transporte la más importante de México, con cobertura en todo el país aun en los más alejados.

Para la red de acceso en estos momentos sé esta utilizando tecnología SDH, situación que hace todavía más eficiente. En un futuro cercano se modernizará esta red debido a la constante evolución de la tecnología, pensándose en DWDM. Esta tecnología hará de CFE un gigante de las telecomunicaciones capaz de proporcionar servicios de telecomunicaciones de alta velocidad y que al momento de incursionar en el negocio de las telecomunicaciones la hará sumamente competitiva.

Para la red de distribución sé esta probando en estos momentos la tecnología PLC (Power Line Communication), que permite llevar voz, datos y video, a través de la toma de corriente, es decir, donde quiera que haya un enchufe de corriente eléctrica, existe la posibilidad de tener servicios de telecomunicaciones. Esto dará una ventaja competitiva que ninguna otra compañía proveedora de servicios de telecomunicaciones tiene, lo anterior debido a que la explotación de la red eléctrica compete solo a CFE y LyFC.

El proyecto llevado acabo en la Ciudad de Mérida Yucatán servirá para establecer las bases de los que en un futuro puede permitir a CFE ingresar al negocio de proveer servicios de telecomunicaciones. Este plan está sirviendo para conocer la viabilidad técnica de está tecnología para lo cuál de ser exitosa se llevarán a cabo un par de pruebas más. Así mismo se utilizara para que los ingenieros de CFE obtengan la experiencia necesaria en el manejo de la tecnología. Como se puede observar la realización de está prueba es de gran importancia para el futuro de está tecnología dentro de CFE.

La tecnología anterior permitirá que CFE incursione en el negocio de las telecomunicaciones, permitiéndole seguir siendo empresa pública y sobrevivir en un ambiente globalizado. La Comisión Federal de Electricidad tiene la infraestructura, recursos técnicos y humanos, además de que este negocio puede permitirle ingresar recursos financieros frescos. Le permitirán expandirse de forma autónoma sin la necesidad de depender del erario público. El caso presentado en este trabajo es una prueba palpable de lo que CFE podría hacer en el campo de las telecomunicaciones.

## **Conclusiones**

---

Como se demostró en el análisis económico, la rentabilidad de un proyecto de este tipo es muy alta, lo anterior lo demuestra una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 72.03%, lo que nos hace concluir que el éxito de CFE en la incursión del negocio de las telecomunicaciones esta asegurada.

La visión necesaria para aprovechar estas ventajas debe ser muy amplia, es por eso que podemos deducir que a pesar de los grandes esfuerzos que hace la alta dirección de CFE, por inculcar una cultura de servicio al cliente tan necesaria para poder contar con recursos humanos competitivos, algunos de los mandos medios y bajos no ha entendido esta política y sigue trabajándose solo con una visión regional y no corporativa.

Explotar adecuadamente la infraestructura de CFE, no solo de telecomunicaciones, también de gas, agua potable, etc. Deberá ser el reto del nuevo milenio para la gente de Comisión Federal de Electricidad. Un reto que la puede llevar a convertirse como dice su eslogan.

***“CFE, UNA EMPRESA DE CLASE MUNDIAL”***

## Bibliografía

- ✓ **Diplomado en Nuevas Tecnologías**  
Módulo IV; Convergencia de Servicios de Voz, Datos y Video en Redes de Datos.  
Tecnológico de Monterrey  
México, 2001
- ✓ **Tecnología en Redes de Datos.**  
Módulo I  
Tecnológico de Monterrey  
México, 2001
- ✓ **Consideraciones sobre la Gestión de Telecomunicaciones.**  
Módulo V  
Tecnológico de Monterrey  
México, 2001
- ✓ **Minimum Information Necessary to Design the Power Guide All Dielectric Self Supporting (ADSS) Cable.**  
Revision 5  
USA, 2002  
Lucent Technologies
- ✓ **Power Guide ADSS Cables**  
OFS Brightwave  
USA, 2000  
Lucent Technologies
- ✓ **ADSS Hardware: Location of spiral Vibration Danber.**  
U.S. Department of Energy  
Bonneville Power Administration  
Portland, Oregon  
March 1996
- ✓ **ADSS Hardware Corona Prediction for selected Towers USIN & E F3D.**  
U.S. Department of Energy  
Bonneville Power Administration  
Portland, Oregon  
May, 1994

## **Bibliografía**

---

- ✓ **3 Phase circuit Model For ADSS optical Fiber Contamination Corrents**  
Monty W Tuominen P.E.  
U.S. Department or Energy  
Chuck Williams
- ✓ **Laboratory testing of ADSS Armor ROD**  
Corona Grading Devices  
Monty W. Tuominen  
U.S. Department of Energy  
Chuck Williams
- ✓ **Effect of Local Geometry on Corona on Sent**  
U.S. Department of Energy  
Portland Oregon  
October, 1997
- ✓ **Space Potencial Calculation For the Power Guide**  
OFS Brightwave  
Lucent Technologies  
Revision 3  
U.S.A., 2000
- ✓ **Electrical Stress Mechanisms**  
Lucent Technologies  
U.S.A., 2000
- ✓ **PLC Forum**  
[www.plcforum.com](http://www.plcforum.com)  
Marzo, 2002
- ✓ **Digital Microwave**  
Engineering Technical paper  
Harris U.S.A.  
September, 1997
- ✓ **Seminario Newbirdge**  
México, 2000  
Soluciones Newbridge
- ✓ **Sistemas OPLAT**  
ESB - 500  
ESD - 2000i  
Comisión Federal de electricidad

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Bibliografía

---

- México, 1998
- ✓ **ATM Forum**  
[www.atmforum.com](http://www.atmforum.com)  
México, 2002
  - ✓ **F.R. Forum**  
[www.frforum.com](http://www.frforum.com)  
México, 2002
  - ✓ **ITU - T**  
Normas  
México, 1999
  - ✓ **Normas ITU - R**  
México, 1999
  - ✓ **WLI Forum**  
[www.wliform.com](http://www.wliform.com)  
México, 2002
  - ✓ **Winforum**  
[www.winforum.com](http://www.winforum.com)  
México, 2002
  - ✓ **Cisco, Equipos WAN, LAN y de Acceso**  
[www.cisco.com](http://www.cisco.com)  
México, 2002
  - ✓ **ABB Nodos SDH**  
[www.abb.com](http://www.abb.com)  
México, 2002

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**ANEXO A**

**ANÁLISIS FINANCIERO  
DEL PROYECTO PLAN  
PILOTO PLC PARA LA  
CIUDAD DE MERIDA,  
YUCATAN**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

## EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

### PLAN PILOTO DE PLC "CIUDAD DE MERIDA, YUCATAN"

#### RESULTADOS

INVERSIÓN TOTAL	millones pesos	30.030
VPI = VP INVERSIÓN	millones pesos	17.684
RNO = RENDIMIENTO NETO DE OPERACIÓN	millones pesos	54.304
VPN = BENEFICIO NETO DE LA INVERSIÓN = RNO - VP INVERSIÓN	millones pesos	36.620
B/C = RNO / VP INVERSIÓN	por unidad	3.071
TIR = TASA INTERNA DE RETORNO	%	72.032%
CAE = COSTO ANUAL EQUIVALENTE	millones pesos	4.699

AÑO DE REFERENCIA  
AÑO DE INICIO OPERACIONES  
MES INICIO OPERACIONES

2002
2004
4

VIDA ÚTIL  
TASA DE DESCUENTO

años	15.000
% ANUAL	12.000

	COSTOS (millones \$)				INGRESOS (millones \$)		
2002							
2003	12.03	0.00	12.03	0.00	0.00	-12.03	-0.54
2004	0.00	2.30	2.30	12.53	12.53	10.23	0.46
2005	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50	0.38
2006	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50	0.38
2007	6.00	2.30	8.30	10.80	10.80	2.50	0.11
2008	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50	0.38
2009	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50	0.38
2010	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50	0.38
2011	6.00	2.30	8.30	10.80	10.80	2.50	0.11
2012	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50	0.38
2013	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50	0.38
2014	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50	0.38
2015	6.00	2.30	8.30	10.80	10.80	2.50	0.11
2016	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50	0.38
2017	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50	0.38
2018	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50	0.38
2019	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50	0.38
<b>VPN</b>	<b>17.68</b>	<b>14.32</b>	<b>32.01</b>	<b>68.63</b>	<b>68.63</b>	<b>36.62</b>	

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

85

# COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

SENSIBILIDAD A INCREMENTOS DE INVERSIÓN

## PLAN PILOTO DE PLC "CIUDAD DE MERIDA, YUCATAN"

### RESULTADOS

INVERSIÓN TOTAL	millones pesos	34.54
VPI = VP INVERSIÓN	millones pesos	21.22
RNO = RENDIMIENTO NETO DE OPERACIÓN	millones pesos	54.30
VPN = BENEFICIO NETO DE LA INVERSIÓN = RNO - VP INVERSIÓN	millones pesos	33.08
B/C = RNO / VP INVERSIÓN	por unidad	2.5590
TIR = TASA INTERNA DE RETORNO	%	55.03%
CAE = COSTO ANUAL EQUIVALENTE	millones pesos	5.22
FACTOR DE INCREMENTO INVERSIÓN		1.25000

AÑO DE REFERENCIA

2002

AÑO DE INICIO OPERACIONES

2004

MES INICIO OPERACIONES

4

TASA DE DESCUENTO % ANUAL

12.00

VIDA ÚTIL años

15

	COSTOS (millones \$)			INGRESOS (millones \$)		
	INVERSIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO	RESERVA
2002						
2003	15.04	0.00	15.04	0.00	0.00	-15.04
2004	0.00	2.30	2.30	12.53	12.53	10.23
2005	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2006	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2007	7.50	2.30	9.80	10.80	10.80	1.00
2008	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2009	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2010	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2011	6.00	2.30	8.30	10.80	10.80	2.50
2012	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2013	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2014	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2015	6.00	2.30	8.30	10.80	10.80	2.50
2016	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2017	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2018	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2019	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
	21.22	14.32	35.54	68.63	68.63	33.08

86

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

SENSIBILIDAD A INCREMENTO EN TASA DE DESCUENTO

## PLAN PILOTO DE PLC "CIUDAD DE MERIDA, YUCATAN"

### RESULTADOS

INVERSIÓN TOTAL	millones pesos	30.03
VPI = VP INVERSIÓN	millones pesos	16.12
RNO = RENDIMIENTO NETO DE OPERACIÓN	millones pesos	45.32
VPN = BENEFICIO NETO DE LA INVERSIÓN = RNO - VP INVERSIÓN	millones pesos	29.19
B/C = RNO / VP INVERSIÓN	por unidad	2.81
TIR = TASA INTERNA DE RETORNO	%	72.03%
CAE = COSTO ANUAL EQUIVALENTE	millones pesos	4.79

AÑO DE REFERENCIA  
 AÑO DE INICIO OPERACIONES  
 MES INICIO OPERACIONES  
 TASA DE DESCUENTO % ANUAL  
 VIDA ÚTIL años

2002
2004
4
15.00
15

	COSTOS (millones \$)			INGRESOS (millones \$)		
2002						
2003	12.03	0.00	12.03	0.00	0.00	-12.03
2004	0.00	2.30	2.30	12.53	12.53	10.23
2005	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2006	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2007	6.00	2.30	8.30	10.80	10.80	2.50
2008	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2009	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2010	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2011	6.00	2.30	8.30	10.80	10.80	2.50
2012	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2013	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2014	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2015	6.00	2.30	8.30	10.80	10.80	2.50
2016	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2017	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2018	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
2019	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80	8.50
	16.12	11.91	28.03	57.22	57.22	29.19

87

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

# COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

## SENSIBILIDAD A INCREMENTO EN TIEMPO DE EJECUCIÓN

### PLAN PILOTO DE PLC "CIUDAD DE MERIDA, YUCATAN"

#### RESULTADOS

INVERSIÓN TOTAL	millones pesos	<b>30.03</b>
VPI = VP INVERSIÓN	millones pesos	<b>17.68</b>
RNO = RENDIMIENTO NETO DE OPERACIÓN	millones pesos	<b>54.30</b>
VPN = BENEFICIO NETO DE LA INVERSIÓN = RNO - VP INVERSIÓN	millones pesos	<b>36.62</b>
B/C = RNO / VP INVERSIÓN	por unidad	<b>3.07</b>
TIR = TASA INTERNA DE RETORNO	%	<b>72.03%</b>
CAE = COSTO ANUAL EQUIVALENTE	millones pesos	<b>4.70</b>

AÑO DE REFERENCIA  
 AÑO DE INICIO OPERACIONES  
 MES INICIO OPERACIONES  
 TASA DE DESCUENTO % ANUAL  
 VIDA ÚTIL años

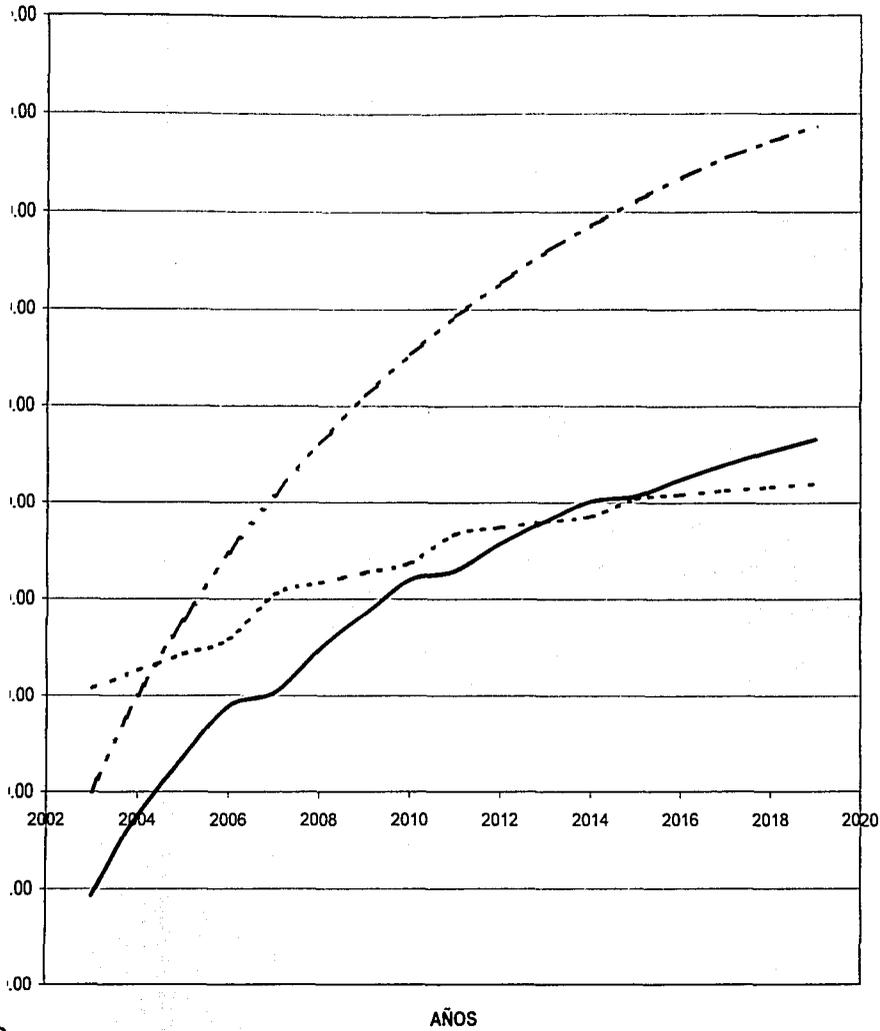
2002
2004
10
12.00
15

	COSTOS (millones \$)			INGRESOS (millones \$)			Ingresos menos Costos
2002							
2003	12.03	0.00	12.03	0.00	0.00		-12.03
2004	0.00	2.30	2.30	12.53	12.53		10.23
2005	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80		8.50
2006	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80		8.50
2007	6.00	2.30	8.30	10.80	10.80		2.50
2008	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80		8.50
2009	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80		8.50
2010	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80		8.50
2011	6.00	2.30	8.30	10.80	10.80		2.50
2012	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80		8.50
2013	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80		8.50
2014	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80		8.50
2015	6.00	2.30	8.30	10.80	10.80		2.50
2016	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80		8.50
2017	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80		8.50
2018	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80		8.50
2019	0.00	2.30	2.30	10.80	10.80		8.50
	<b>17.68</b>	<b>14.32</b>	<b>32.01</b>	<b>68.63</b>	<b>68.63</b>		<b>36.62</b>

TEST CON  
 FALTA DE ORIGEN

88

# COSTOS, BENEFICIOS Y VPN ACUMULADOS EN EL TIEMPO



- - - COSTOS ACUMULADOS EN EL TIEMPO  
- - - BENEFICIOS ACUMULADOS EN EL TIEMPO  
— VPN ACUMULADO EN EL TIEMPO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

89