



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE INGENIERIA

LINEA DE TRANSMISION  
MALPASO - VILLAHERMOSA - ESCARCEGA

**T E S I S**  
PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERA CIVIL**  
P R E S E N T A  
**KARLA BLANCO CHAVEZ**

DIRECTOR: ING. LUIS ZARATE ROCHA

273827

OCTUBRE DE 1999

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/117/97

Señorita  
**KARLA BLANCO CHAVEZ**  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. LUIS ZARATE ROCHA**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

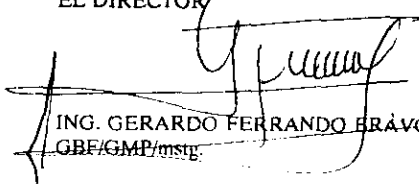
**"PROYECTO DE LA LINEA DE TRANSMISION MALPASO-VILLAHERMOSA ESCARCEGA"**

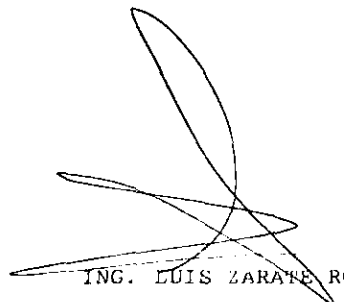
- INTRODUCCION**  
**I. ANTECEDENTES**  
**II. SITUACION ACTUAL**  
**III. PROCESO DE LICITACION**  
**IV. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA MALPASO-VILLAHERMOSA-ESCARCEGA**  
**V. ANALISIS FINANCIERO**  
**VI. IMPACTO AMBIENTAL**  
**VII. CONCLUSIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
Cd. Universitaria a 15 de abril de 1998  
EL DIRECTOR

  
ING. GERARDO FERRANDO BRÁVO  
GBF/GMP/mstg.

  
ING. LUIS ZARATE ROCHA.

## **AGRADECIMIENTOS:**

*Podría pensarse que esta hoja es la última en hacerse, pero la realidad es otra, pues se hizo día a día; quizá no se mencionen los nombres de todas aquellas personas que me apoyaron y ayudaron en la realización de mi tesis –algunas de estas personas son completos desconocidos– pero no por ello están excluidos pues los tengo muy presentes.*

*A mi mami preciosa que siempre esta conmigo en absolutamente todo lo que hago.*

*A mi papa y su persistencia por enseñarme su mundo de experiencia frente a mi obstinación de aprender por mi misma.*

*A la monstrea de mi hermana July, un poquitin difícil de entender, pero de buen corazón.*

*A Walkiria, porque siempre me escuchó y me cuidó.*

*A Kleiner, que se la pasó pegadito a mi mientras estaba en la computadora quien de vez en cuando me daba su opinión.*

*A mi amor, quien siempre siempre está conmigo en todo, enseñándome infinidad de cosas valiosas e importantes, le debo mucho de lo que soy.*

*A mi tia Jóse, que es a todo dar.*

*A Sandra, que, como una hermana, siempre está conmigo no importa en donde se encuentre.*

*A Ately, quien se preocupa por mi.*

*A Nancy, quien me hace reir mucho, pero cuando se trata de seriedad....*

*A Vicho, siempre tiene algo bueno que decirme.*

*A José por tener la paciencia de enseñarme tantas cosas y ser un excelente amigo.*

*A mis profesores, quienes contribuyeron en mi formación.*

# INDICE

	página
<b>INTRODUCCION.</b> . . . . .	1
<b>1. ANTECEDENTES.</b> . . . . .	3
<b>2. SITUACIONACTUAL.</b> . . . . .	10
2.1 Marco legal. . . . .	10
2.2 Organización del Sistema Eléctrico Nacional. . . . .	14
2.3 Análisis de la demanda de energía. . . . .	18
2.4 Justificación de la participación privada. . . . .	23
<b>3. PROCESO DE LICITACION.</b> . . . . .	25
3.1 Descripción. . . . .	25
3.2 Esquema del proyecto. . . . .	32
<b>4. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA MALPASA-VILLAHERMOSA-ESCARCEGA.</b> . . . . .	35
4.1 Trabajos preliminares. . . . .	37
4.1.1 Reconocimiento del terreno. . . . .	37
4.1.2 Trazo preliminar. . . . .	37
4.1.3 Recomendaciones para el trazo. . . . .	38
4.1.4 Levantamiento topográfico. . . . .	40
4.1.5 Localización del trazo de estructuras. . . . .	41
4.1.6 Apertura de la brecha forestal. . . . .	44
4.1.7 Caminos de acceso. . . . .	47
4.2 Cimentaciones. . . . .	48
4.2.1 Trazo de cepas. . . . .	49
4.2.2 Excavación a cielo abierto. . . . .	52
4.2.3 Anclajes para cimentación. . . . .	54
4.2.4 Acero de refuerzo para concreto. . . . .	54
4.2.5 Concreto en cimentaciones. . . . .	55

4.2.6 Relleno y compactado. . . . .	59
4.2.7 Sistema de tierras. . . . .	61
4.3 Montaje de estructuras. . . . .	63
4.3.1 Elementos que componen la estructura. . . . .	63
4.3.2 Armado y nivelado de la estructura. . . . .	64
4.3.3 Montaje y revestido del cuerpo superior. . . . .	66
4.3.4 Vestido de estructuras. . . . .	70
4.4 Instalación de cables. . . . .	71
4.4.1 Tendido y tensionado del cable de guarda. . . . .	71
4.4.2 Tendido y tensionado del cable conductor. . . . .	76
4.4.3 Empalmes de los conductores. . . . .	80
4.4.4 Colocación de separadores y amortiguadores. . . . .	81
4.4.5 Recomendaciones para realizar el tendido del cable conductor. . .	82
4.4.6 Técnicas para planeación y ejecución del tendido. . . . .	82
4.4.7 Características de los cables conductores. . . . .	85
4.4.8 Transporte de material con helicóptero. . . . .	86
<b>5. ANALISIS FINANCIERO. . . . .</b>	<b>87</b>
5.1 Análisis. . . . .	87
5.2 Evaluación financiera. . . . .	91
<b>6. IMPACTO AMBIENTAL. . . . .</b>	<b>106</b>
<b>7. CONCLUSIONES. . . . .</b>	<b>117</b>
<b>8. APENDICE. . . . .</b>	<b>121</b>
<b>9. BIBLIOGRAFIA. . . . .</b>	<b>126</b>

---

## INTRODUCCION

Es una realidad que las múltiples y diversas formas de la energía eléctrica inciden e influyen en nuestro mundo de diferentes maneras. En México, como en cualquier otro país, las necesidades de energía eléctrica son muy grandes, para lograr abastecerlas existen inversiones de capitales privados que van a generar energía para la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) y cubrir estas necesidades.

Para poder comprender la importancia de este sector es necesario retroceder en el tiempo desde los inicios de la electrificación en México, realizada de manera oficial en 1879, hasta nuestros días, visualizando aquellos acontecimientos que impulsaron al sector eléctrico a su estructuración actual, tales como: la inversión extranjera inicial, la explotación de diversas fuentes energéticas naturales, la nacionalización de la industria eléctrica creándose así la Comisión Federal de Electricidad quien tiene la concesión exclusiva de la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica en todo el país con un proyecto estratégico de planeación y diseño, y las distintas leyes y organismos que se han ido creando en apoyo al impulso del sector eléctrico en beneficio del país para que, de esta manera, sea posible realizar una adecuada, oportuna y certera proyección de las necesidades futuras.

De igual forma se requiere de modernización y adiciones al marco regulatorio de la Ley del Servicio de Energía Eléctrica para una adecuada organización del Sistema Eléctrico Nacional que crece día con día en beneficio de las condiciones del suministro, por lo que también es preciso contar con un proceso de planeación idóneo que incluya un desarrollo suficiente para atender los requerimientos de la demanda de energía eléctrica futura; así mismo debe de ser atractivo para la inversión de particulares.

A la C.F.E. le es indispensable planificar la expansión del sector eléctrico y asegurar que la oferta posible se conserve siempre por encima de la demanda, con el mismo nivel de confiabilidad y una conservación óptima del equilibrio ecológico en los lugares donde se ubican sus instalaciones. Es por ello que la C.F.E. ha creado nuevos esquemas para la transmisión de energía eléctrica a través de la licitación de

Líneas de Transmisión, tal es el caso de la Línea de Transmisión **Malpaso – Villahermosa – Escárcega** que forma parte de los proyectos de *expansión* del sector eléctrico.

Por lo anterior y observando un punto de vista propio de cualquier inversionista privado interesado en *participar* en estos amplios programas de magnitudes nacionales es que he planteado los puntos básicos e *iniciales* de estudio que se puedan *preguntar* al respecto como son:

Las características de la *licitación*, con los elementos que la componen, los requisitos que esta exige y los alcances de la misma a fin de *realizar* el proyecto de la forma más eficaz y *conveniente* tanto para la C.F.E. como para los particulares y los ulteriores consumidores.

Las características físicas de la Línea de Transmisión citada, su ubicación, composición, *amplitud* y el proceso constructivo desde los trabajos preliminares, obra de ingeniería civil hasta la instalación de la Línea de Transmisión en sus detalles básicos para su construcción.

Lo anterior no es posible si no se cuenta con un análisis financiero adecuado que tome en cuenta todos los factores que *intervienen* en el proyecto, los objetivos que persiguen y las variables que determinan el sano financiamiento del proyecto.

También, se *presenta* un estudio del impacto ambiental de la zona de influencia de construcción de la línea con el fin de *prevenir, minimizar y/o atenuar* los daños que ésta ocasione a la población, flora y fauna del lugar. En dicho estudio se señalan las actividades a desarrollar durante la etapa de su construcción, operación y mantenimiento para así poder establecer criterios de *procedimientos* constructivos en las diferentes etapas y que contribuyan a la conservación del *hábitat* de la zona; también se señalan las consecuencias de los impactos ocasionados por la construcción de esta obra y medidas opcionales para su *prevención* y durante el desarrollo general de este proyecto y su vida útil.

## 1. ANTECEDENTES

No obstante que a finales del siglo XVII y principios del XVIII ya se experimentaba en diversas instituciones con los fenómenos eléctricos, es posible decir que el verdadero inicio del uso de la electricidad inició en México en el año de 1879, cuando una industria particular, textil para ser precisa, situada en la Ciudad de León, Guanajuato, instaló la primera planta generadora de electricidad, de 1.8 kW de capacidad, valor ínfimo ahora, pero considerable en aquella época. Por aquellos años el auge minero estaba en su climax, ciudades como Pachuca y Guanajuato obtenían producciones fabulosas de mineral, principalmente de oro y plata; en vista de la necesidad de desalojar el agua del fondo de las minas, se instalaron pequeñas plantas eléctricas que accionaban las bombas desalojando el agua. Teniendo en cuenta que las bombas no trabajaban las 24 horas del día, se aprovechó la energía eléctrica para otros fines, principalmente alumbrado, viendo algunas personas que era factible la compra de energía eléctrica por sus usos domésticos, solicitaron gran cantidad de abastecimientos de energía, lo cual ocasionó que las compañías mineras vieron también como gran negocio la venta de energía eléctrica, fue así como se crearon las pequeñas compañías eléctricas de servicio público.

La primera compañía organizada en la producción y venta de fluido fue creada en 1881, en la Ciudad de México y su demanda principal fue para alumbrado y transportes urbanos, dicha compañía contaba con una planta de vapor de 2.240 kW.

En los principios del siglo XX ya había un considerable número de empresas y las principales ciudades de México ya contaban con el preciado fluido eléctrico. En los primeros años de este siglo se inició la construcción de las plantas hidroeléctricas, de cierta importancia, como la de Necaxa en 1902, y el número de compañías siguió aumentando; hay que hacer notar que generación y distribución eléctrica era netamente lucrativa.

En 1910 se tenía instalada una capacidad aproximada de 50,000 kW lo que con una población de 15 millones de habitantes nos daba un índice de 2.50 kW por habitante, valor mísero tanto en su tiempo como en la actualidad.

En la época en que estalló la Revolución Mexicana, debido a las constantes actividades bélicas se tuvo un cierto estancamiento respecto a la electrificación del país. El único logro digno de mencionar, en este intervalo, es que la administración pública, al consolidarse el triunfo de la Revolución de 1917, inició el control de la industria eléctrica nacional por medio de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo.

En el año de 1922, se creó la Comisión de Fomento y Control de la Industria de Generación y Fuerza, que tenía la finalidad de regular las actividades de las compañías eléctricas.

En abril de 1926, el ejecutivo federal expidió el Código Nacional Eléctrico, que fue el primer paso importante para reglamentar, regular y vigilar la generación y distribución de energía eléctrica.

Para el año de 1930 la capacidad instalada en México para servicios públicos era de 360,000 kW y considerando que el aumento de la población de 1910 a 1930 fue poco sensible, pues en 1930 la población era de 16.552 millones de habitantes, se logró un aumento en el consumo anual por habitante de 84 TWh.

Como anteriormente se dijo, las compañías eléctricas eran netamente lucrativas, por lo cual estas se instalaban en poblaciones de un nivel económico desahogado, por lo que los núcleos de población de niveles económicos bajos no gozaban de este privilegio, lamentablemente estos eran la mayoría.

Es por las anteriores circunstancias, por las cuales el gobierno se vio obligado a crear una dependencia que se encargara de distribuir la energía eléctrica en una forma más equitativa.

El Congreso de la Unión por decreto del 29 de diciembre de 1933, autorizó al ejecutivo federal, presidente Abelardo L. Rodríguez, para constituir la Comisión Federal de Electricidad. Creándose esta no por una dadivosidad del gobierno aparente, sino por una necesidad básica del desarrollo del país.

Los siguientes años se consagraron a la elaboración de estudios y proyectos, lo que aunado a la incapacidad económica del Gobierno Federal dio como resultado la

carencia de obras materiales, no obstante, se tenían las bases para una nacionalización de la Industria Eléctrica.

A pesar de que fue aceptada la Comisión Federal de Electricidad en el año de 1933, esta no fue creada hasta 1937 e intensificó su labor en 1944, año en que fue puesta en servicio la primera unidad de la planta de Ixtapantongo; para 1959 se tenían instaladas plantas con capacidad de 167,126 kW, para 1960 ya tenía 1,102 MW y en la actualidad se cuenta con una capacidad instalada de 34,793 MW.

En 1956 se empezaron a diversificar las fuentes energéticas primarias, con la extracción de vapor de agua del subsuelo. Tres años después en Pathé, Hidalgo, se construyó la primera instalación geotermoeléctrica. Pero sería en 1973 cuando se inauguraron las primeras unidades geotérmicas. En la actualidad México es una de las naciones líderes de América Latina en este rublo.

Los grandes consorcios establecidos en México, comenzaron a perder terreno en materia de suministro de energía eléctrica. Para 1959 el 70% de la energía que comercializaban dos empresas extranjeras era proporcionada por la C.F.E. en 1960 las plantas hidroeléctricas alcanzaron una capacidad de 727,361 kW.

El 27 de septiembre de 1960, el presidente Adolfo López Mateos anunció la nacionalización de la industria eléctrica, asegurando el control nacional del sector, razón que originó un desarrollo positivo en la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica. El proceso consistió en la compra de las empresas que tenían a su cargo el suministro de la electricidad.

Debido a que en 1960 sólo funcionaban como sistemas independientes los de la zona central del país y que las demás ciudades importantes eran abastecidas por una o dos plantas, que representaban costos elevados de la inversión, la institución concluyó una red de interconexiones entre los sistemas, elaboró técnicas de planeación, diseño, construcción y operación, con lo que consiguió un empleo más racional de los medios de generación de todo el proceso de transmisión y distribución.

Los dos consorcios extranjeros que operaban en el país, manejaban distintas frecuencias en la energía producida, frente a esto se decidió regularizar las frecuencias a 60 ciclos por segundo. El decreto presidencial con el que se inició la

unificación se expidió en julio de 1971, durante el mandato del Licenciado Luis Echeverría Álvarez. Al año siguiente se creó el comité encargado de supervisar la modificación de equipos y aparatos domésticos, así como el acondicionamiento de las plantas, cuyo plazo máximo fue de siete años, lo cual se logró en 36 meses antes de lo previsto.

En 1972 se fundó la Oficina Nacional de Operaciones de Sistemas, instancia que regulaba el proceso del fluido, en 1973 se convirtió en Despacho Nacional de Carga, mismo que se consolidó en 1977 como Centro Nacional de Control de Energía (CENACE). Quedando así coordinadas las actividades de generación, transmisión, transformación, distribución, comercialización y prestación de electricidad.

A instancias de la Comisión Federal de Electricidad, en 1975, se creó el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), encargado de explotar nuevas alternativas tecnológicas que apoyen el desarrollo de la industria eléctrica nacional.

La unificación de la frecuencia en 1976, permitió la incorporación de la zona metropolitana de la Ciudad de México al Sistema Interconectado Oriental - Occidental, para formar con ello el Sistema Interconectado Sur. Con la construcción de la línea Tula -Poza Rica- Altamira en 400 kV, se logró en 1978 enlazar los dos sistemas interconectados más importantes del país. El Norte, formado por los sistemas Norte y Noroeste, y el Sur.

La abundancia de hidrocarburos en los años setenta propició un auge de las centrales termoeléctricas. En la década siguiente, sin embargo, la crisis petrolera estalló y, pese a descubrirse una rica zona en el sureste mexicano, se determinó que la expansión del sector eléctrico se basara en la diversificación energética.

Comenzaron entonces a dar frutos de los proyectos hidroeléctricos más importantes, como Angostura, Malpaso, e Infiernillo. Empezaron a diseñarse otros como Chicoasén, Agua Prieta y Aguamilpa, que hoy son realidades importantes de generación hidroeléctrica.

La diversificación energética continuó con la utilización del carbón en las centrales José López Portillo (Río Escondido) y Carbón II. La geotermia se emplea en Cerro Prieto, Baja California, Los Azufres, Michoacán, y los Humeros, Puebla. La nuclear en Laguna Verde, Veracruz y la eólica en La Venta, Oaxaca.

Aún así el escenario tecnológico basado en el abuso de hidrocarburos predomina en la C.F.E., ya sea mediante combustóleo, turbogas, carbón, nuclear, geotermia, ciclo combinado, combustión interna o duales. Hoy en día son 82 las centrales termoeléctricas en operación, en tanto que las hidroeléctricas suman 62. Se cuenta así mismo, con una planta eoloelectrica. Sumando un total de 145 plantas de generación eléctrica en todo el país.

62 años después de su creación, la Comisión Federal de Electricidad sigue su crecimiento fortalecido. Con el marco legal vigente en la materia, puede contar con el apoyo de inversionistas privados para complementar las altas inversiones que se requieren en la construcción de las plantas generadoras que brindarán servicio a partir del próximo milenio, entre las cuales destacan Samalayuca II y Mérida III.

Con el objeto de impulsar la expansión del sector mexicano, en los años 1992 y 1993 se formó la Ley del servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE); se publicó el reglamento de la ley en 1993, reformándose en 1997; de igual forma fue publicado en 1993 el Manual de Servicios al Público en Materia de Energía Eléctrica, dando con ello inicio a la participación de los particulares en la generación de electricidad, conservando la prestación del servicio público en las entidades públicas.

En enero de 1996, la C.F.E. cuenta con una capacidad de generación bruta de electricidad de 175,695 GWh. Las ventas de energía directas al público se colocaron en 135,949 GWh. A Luz y Fuerza del Centro se entregaron 54,055 GWh y 2,882 GWh fueron exportados.

A finales de 1996 la longitud de las líneas de transmisión y distribución de la red era de 500,000 km aproximadamente. En los siguientes nueve años se incrementará con 20,200 km adicionales y la capacidad de subestaciones aumentará 42,000 MVA. Para lograr este aumento en las líneas, se tiene programado invertir cerca de 53,000 millones de pesos. La inversión programada para transmisión y subtransmisión ayudará a eliminar rezagos y reforzará el Sistema Eléctrico Nacional. Se busca así elevar los niveles de seguridad y confiabilidad del servicio.

En enero de 1997 la C.F.E. dio a conocer el programa de inversiones en el sector eléctrico 1997 – 2005, conformado por 40 paquetes donde se desglosó lo que deberá canalizarse a las áreas de generación, transmisión y distribución para que la empresa

satisfaga la creciente demanda de fluido energético. Conservando su meta de brindar el servicio en mejores condiciones de calidad, cantidad y economía, con respecto al ambiente y promover el desarrollo social.

El programa de expansión permite dar a conocer la magnitud y ubicación de los requerimientos de capacidad adicional de generación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Estas adiciones de capacidad podrán ser cubiertas en gran medida mediante proyectos de generación construidos por los particulares, ya sea con objeto de satisfacer sus propias necesidades o para ofrecer la energía generada a la C.F.E. o LFC.

Generalmente se considera que la planificación de la red de transmisión es un problema de corto plazo por la relativa rapidez con que se construyen las obras, sin embargo, el desarrollo óptimo de la red principal de transmisión deberá estar orientado hacia los objetivos de largo plazo de acuerdo con las estrategias de localización de las centrales. Por lo tanto, la planeación de la red de transmisión deberá fundamentarse en estudios enfocados al horizonte del corto plazo y en estudios prospectivos para el mediano plazo.

La planeación de la transmisión para el corto, mediano y largo plazo (3-30 años) se hace por medio de un procedimiento que combina optimización y simulación, mediante los modelos lineales y no lineales que permiten definir en detalle el sistema de transmisión. Estos modelos se aplican para cada año del período de estudio. El diseño del sistema de transmisión final se consigue por medio de los modelos de simulación utilizados para determinar el comportamiento eléctrico y probabilístico de los sistemas.

Esto conduce a definir una metodología de planeación de redes, es decir, un sistema coordinado de estudios, cada uno relacionado a cierto período de tiempo y cierta parte de la red, para utilizar de mejor manera posible los programas que se han desarrollado. El sistema debe seguir un conjunto coherente de decisiones de inversión que satisfagan los objetivos de la Institución.

La Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) y Luz y Fuerza del Centro (LFC), organismos del Estado responsables de la prestación de este servicio, la Comisión Reguladora de Energía y la Comisión Nacional para Ahorro de Energía, en sus

respectivos ámbitos de competencia, planifican sus operaciones, modernizan sus métodos de gestión e impulsan las inversiones en el sector con la finalidad de que no se produzcan desequilibrios entre la demanda y la oferta de energía eléctrica. Al mismo tiempo, promueven la participación activa de los particulares en ese esfuerzo.

Las previsiones que fundamentan el escenario de crecimiento esperado, indican que el consumo total nacional de energía eléctrica, con base en las expectativas económicas y demográficas del país, llegará a 161.1 TWh en el año 2001 y 208.2 TWh en 2006, como resultado de una tasa de crecimiento promedio anual de 5.5% a partir de 1996. Esta tasa de crecimiento podría situarse entre 5.3 y 5.8% anual, con intervalo de confianza de 80%.

El presupuesto de inversión de la Comisión Federal de Electricidad para 1997 es de 16,600 millones de pesos, incluido el apartado extrapresupuestal (la cifra para el período 1997-2005 es de 144,000 millones de pesos). Con estos recursos económicos, a lo largo de 1997 se le ha dado prioridad a concluir las obras en proceso de construcción, licitando y realizando aquellas que mejoren la infraestructura de transmisión y distribución, además de satisfacer las necesidades de mantenimiento del Sistema Eléctrico Nacional.

Con el objeto de aprovechar la capacidad instalada en la Central Hidroeléctrica de Malpaso, en el estado de Chiapas, e integrar la energía eléctrica que ahí se genera a la red nacional, se vio la necesidad de construir la línea de transmisión de la Subestación Malpaso II a la subestación Escárcega Potencia, a través de los estados de Chiapas, Tabasco y Campeche con voltaje de 400 KV, incluyendo además un entronque a Macuspana con voltaje de 230 kv; Por otra parte, debido al incremento en la demanda por el aumento de la mancha urbana en la Ciudad de Villahermosa, se integrará una Línea de Transmisión de la Subestación del km 20 Teapa a la subestación de Villahermosa Norte con voltaje de 230 Kv.

## 2. SITUACION ACTUAL

### 2.1 MARCO LEGAL

El crecimiento y desarrollo del país exige al sector eléctrico modernización y eficiencia en sus servicios, así como fomentar la participación de los particulares en la generación de electricidad y concentrar recursos públicos en la transmisión y distribución. Es por ello que la legislación en el sector eléctrico requiere de una modernización conjunta con estas necesidades; por lo que se han realizado modificaciones y adiciones al marco regulatorio de la Ley del Servicio de Energía Eléctrica, entre las que se encuentran las siguientes:

- 23 de diciembre de 1992, se establece la posibilidad para los particulares de participar en la generación de electricidad en las modalidades de cogeneración, autoabastecimiento, pequeña producción independiente exportación e importación.
- 31 de mayo de 1993, se especifican los mecanismos de incorporación de la energía eléctrica generada por los particulares del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).
- 31 de octubre de 1995 es aprobada la Ley de la Comisión Reguladora de Energía, en la que se le otorga a esta comisión autonomía técnica y operativa, con el objeto de promover el desarrollo eficiente de las siguientes actividades:
  - Adquisición, suministro y venta de energía eléctrica a los usuarios del servicio público
  - Generación, exportación e importación de energía eléctrica que realicen los particulares
  - Adquisición de energía eléctrica que se destine al servicio público

Así mismo esta Ley concede a la Comisión Reguladora de Energía (CRE) lo siguiente:

- 
- Participación en la determinación de las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica
  - Otorgar y revocar los permisos y autorizaciones que se requieren para la realización de las actividades reguladas conforme a las disposiciones legales aplicables
  - Aprobar los modelos de convenios y contratos de adhesión para la realización de las actividades reguladas
- mayo de 1996, se crea la Unidad de Promoción de Inversiones (UPI) responsable de promover, fomentar y difundir las oportunidades de inversión dentro del sector de la energía, en específico en los subsectores gas natural y electricidad. Para ello la UPI se ha constituido en la ventanilla única de atención de las iniciativas presentadas por los inversionistas como un organismo regulador y mediador entre el sector privado y el sector público, brindando apoyo en la realización de tramites que establecen las disposiciones y normas legales vigentes en México.
  - 8 de octubre de 1996, se publica la resolución sobre la aprobación del modelo de "Contrato de Adhesión para Interconexión", el cual establece la relación contractual entre CFE y los permisos de generación de energía eléctrica mayor a 10 MW (cogeneración y abastecimiento) cuando estos últimos requieran utilizar la infraestructura de transmisión y distribución de la Comisión.
  - 15 de noviembre de 1996, se publica el acuerdo que autoriza la Reestructuración, Ajuste y Modificaciones de las Tarifas para Suministro y Venta de Energía Eléctrica.
  - 7 de enero de 1997, publicación de los modelos mencionados ofreciéndose así los servicios disponibles para los permisionarios que participen en la generación de energía eléctrica de acuerdo al marco legal vigente; dichos modelos son:
    - Convenio de compraventa de Excedentes de Energía Eléctrica (energía económica)
    - Convenio de servicios de transmisión, con aplicación de Cargo Mínimo o Cargo Normal y sus opciones de ajuste
    - Convenio de Energía de Respaldo

- 25 de marzo de 1997, se publica la disposición complementaria 10 BIS. Cláusula de los ajustes por las Verificaciones de los Precios de los Combustibles y la Inflación Nacional
- 28 de abril de 1997, la CRE invita a particulares que realizan actividades no consideradas como servicio público por la legislación anterior a 1992, para que regularicen su situación jurídica de acuerdo con el marco regulatorio vigente.
- 25 de julio de 1997, se publica el Decreto que reforma el Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE), a través del cual:
  - Se especifican con mayor precisión los conceptos de cogeneración y autoabastecimiento
  - Se suprime la obligación del consumidor de energía eléctrica, de ser socio solidario respecto del permisionario en los proyectos de cogeneración
  - Se flexibilizan los requerimientos de participación de los particulares en concursos de capacidad de la C.F.E.
  - Se definen las fuentes alternativas para la adquisición de energía eléctrica por parte de la C.F.E., en caso de emergencia
  - Y establece la posibilidad para los particulares de construir y mantener sus propias líneas de transmisión, las cuales deberán estar dedicadas a su uso propio

La generación de energía eléctrica en las modalidades de autoabastecimiento, cogeneración, pequeña producción y producción independiente previstas en la LSPEE, tendrán las definiciones y los objetivos siguientes:

- El autoabastecimiento es la generación de energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de personas físicas o morales, siempre que no resulte inconveniente para el país
- La cogeneración es la generación de energía eléctrica producida conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria; o el aprovechamiento de la energía térmica no utilizada en los procesos para la

producción directa o indirecta de energía eléctrica, o el uso de combustibles producidos en los procesos para la generación directa o indirecta de energía eléctrica, siempre que la electricidad generada se destine a la satisfacción de las necesidades de establecimientos asociados a la actividad de cogeneración

- La pequeña producción independiente es la generación de energía eléctrica proveniente de una planta de capacidad mayor a 30 MW y cuya energía será destinada exclusivamente para su venta a la C.F.E., LFC o a la exportación.

Las actividades no consideradas como servicio público por la LSPEE, son las siguientes:

- Generación de energía eléctrica para autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción
- *Importación de energía eléctrica por parte de personas físicas o morales, destinada exclusivamente al abastecimiento para usos propios*
- Generación de energía eléctrica para exportación, derivada de cogeneración, producción independiente y pequeña producción
- Generación de energía eléctrica destinada a uso en emergencias derivadas de interrupciones en el servicio público de energía eléctrica
- Generación de energía eléctrica que realicen los particulares independientes para su venta a la C.F.E. o LFC.

Salvo la última actividad mencionada, las demás están sujetas al otorgamiento del permiso correspondiente por parte de la CRE.

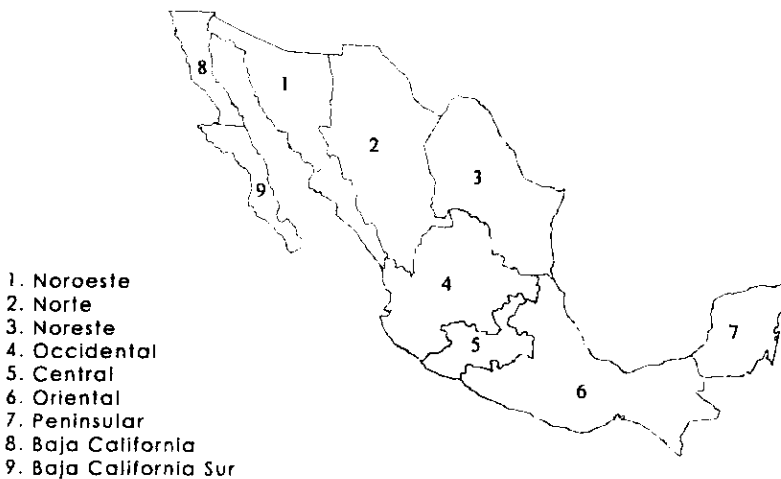
Hoy en día existen mas de 215 leyes federales vigentes que deben cumplirse por la C.F.E., según las materias en las que lleve a efecto sus actos, además de estar regida por una Junta de Gobierno precedida por el Secretario de Energía y en la que participan las secretarías de Hacienda y Crédito Público, Contraloría y Desarrollo Administrativo, Comercio y Fomento Industrial y Medio Ambiente, Recursos Naturales Pesca, además de PEMEX y SUTERM.

## 2.2 ORGANIZACION DEL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL

En las últimas décadas el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) ha evolucionado a un ritmo acelerado. En 1960 la capacidad de generación instalada en México era de 3,021 MW y la demanda se abastecía por sistemas eléctricos independientes entre sí. A partir de entonces, el SEN se ha desarrollado bajo un proceso de planeación que tiene como objeto mejorar constantemente las condiciones del suministro.

Algunos aspectos relevantes de la evolución del SEN son la utilización de mayores tensiones de transmisión (230 y 400kv), la interconexión de sistemas, el desarrollo de grandes proyectos hidroeléctricos y termoeléctricos, así como el aprovechamiento de la energía geotérmica, la energía nuclear, el carbón y, en menor escala, la eólica; de la misma manera, el uso de tarifas con diferenciación horaria.

Para la planeación de la capacidad, el SEN se divide en nueve áreas, estas son:



### ÁREAS DEL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL

Las siete primeras se encuentran interconectadas entre sí y forman el Sistema Interconectado Nacional (SIN), que cubre prácticamente todo el macizo continental y

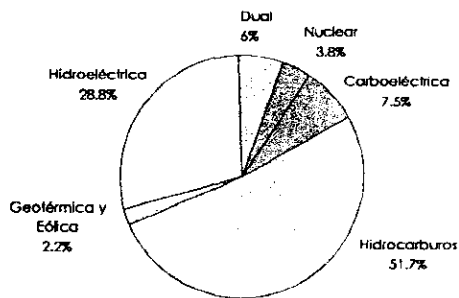
la península de Yucatón; las otras dos áreas, que corresponden a la Península de Baja California, permanecen como sistemas independientes, debido a que su interconexión con el resto de la red nacional no se ha justificado por razones técnicas y económicas. Sin embargo, el sistema eléctrico de Baja California tiene interconexiones con la red eléctrica de la región occidental del Estados Unidos de América, por medio de líneas de transmisión a 230 kv.

Con la interconexión de las áreas del sistema eléctrico se han logrado los siguientes beneficios:

- Reducir el requerimiento de la capacidad instalada, ya que se aprovecha la diversidad de las demandas y se comparten las reservas de capacidad
- Hacer posible el intercambio de energía entre regiones, de manera que resulten menores costos de producción para todo el conjunto
- Incrementar la confiabilidad del suministro en condiciones de emergencia

La red troncal está formada por líneas de transmisión a 400, 230 y 115 kv

El sistema de generación esta integrado por un conjunto de centrales generadoras de diferentes tipos, que utilizan distintos combustibles o fuentes de energía primaria. A diciembre de 1996, la capacidad instalada total alcanzó la cifra de 34,793 MW distribuida en las diferentes áreas como se muestra a continuación.



**CAPACIDAD INSTALADA POR TIPO DE ORIGEN DE GENERACION  
A DICIEMBRE DE 1996 (34.791 MW)**

Para los próximos años se prevé un incremento en el uso de los hidrocarburos, en particular del gas natural, propiciado por los bajos costos de las plantas de ciclo combinado y sus altas eficiencias de conversión.

CAPACIDAD EFECTIVA POR AREA (MW)  
a diciembre de 1996

AREA	HIDROCARBUROS				COMBUSTION INTERNA	DUAL	CARBOELECTRICA	GEOTERMO-ELECTRICA Y EOLICA	NUCLEOELECTRICA	TOTAL
	HIDROELECTRICA	TERMOELECTRICA	CICLO COMBINADO	TURBOGAS						
NOROESTE	941	2162		155						3.258
NORTE	28	1.074	200	253						1.555
NORESTE	118	1.685	378	170			2.600			4.951
OCCIDENTAL	1.797	3.508	218			2.100		88		7.711
CENTRAL	1.902	2.474	482	374						5.232
ORIENTAL	5.248	2.217	422	43				38	1.309	9.277
PENINSULAR		442	212	402	1					1.057
BAJA CALIF.		620		177	1			620		1.418
BAJA CALIF.SUR		113		96	75					284
ZONAS AISLADAS				5	45					50
<b>TOTAL</b>	<b>10.034</b>	<b>14.295</b>	<b>1.912</b>	<b>1.675</b>	<b>122</b>	<b>2.100</b>	<b>2.600</b>	<b>746</b>	<b>1.309</b>	<b>34783</b>

\* Incluye 16 MW de la f6lica de la Venta.

El sistema de transmisión y distribución esta integrado por diferentes redes con objetivos funcionales bien definidos:

- a) Red de transmisión troncal, formadas por instalaciones a muy alta tensión (400 y 230 kv), que permite movilizar grandes cantidades de energía entre regiones alejadas. Esta red es alimentada por las centrales generadoras y abastece a las redes de subtransmisión, así como a las instalaciones en 230 kv de algunos usuarios. Actualmente se cuenta con 31,586 km de líneas de transmisión en 400 y 230 kv.
- b) Redes de subtransmisión, tienen una cobertura regional y utilizan grandes tensiones de transmisión en media tensión y a cargas de usuarios, conectadas en alta tensión de subtransmisión. Actualmente se tiene 39,174 km de líneas de transmisión de 69 a 161 kv.
- c) Redes de distribución en media tensión (2.4 a 34.5 kv), permiten distribuir la energía dentro de zonas geográficas relativamente pequeñas y entregan la energía a las redes de distribución en baja tensión y a instalaciones de usuarios, conectados en media tensión de distribución. La longitud acumulada de líneas de distribución en media tensión es de 317,718 km, incluyendo 9,799 km de líneas subterráneas.
- d) Redes de distribución en baja tensión (220 ó 240 volts entre líneas), alimentan las cargas de los usuarios de consumos pequeños.

En total, el SEN cuenta con 388,478 km de líneas de transmisión, en niveles de tensión de 2.4 a 400 kv; del total anterior, el 8.1% corresponde a las líneas de 400 y 230 kv; el 10.1 % a las líneas de 69 a 161 kv y el 81.8% restante a las líneas con tensiones de 2.4 a 34.5 kv.

Se tiene una capacidad instalada de 136,040 MVA, de los cuales 90,478 MVA corresponden a subestaciones de transmisión y 26,220 MVA a distribución de CFE, así como 19,342 MVA de subestaciones de Luz y Fuerza del Centro (LFC).

La red de transmisión se ha desarrollado tomando en cuenta la magnitud y disposición geográfica de la carga, así como localización de las centrales generadoras de ciertas áreas del país, los polos de generación y consumo de electricidad se encuentran aislados entre sí por lo que la interconexión entre ellas se

ha realizado de manera gradual en la medida en que las obras se han justificado técnica y económicamente.

### **2.3 ANALISIS DE LA DEMANDA DE ENERGIA**

El análisis de la demanda de electricidad esperada se realiza en base en el estudio anual del desarrollo del mercado eléctrico realizado por la C.F.E. con objeto de elaborar escenarios probables de la capacidad y de la energía que se requieran en el país para los próximos diez años comprendidos en el período 1997-2006 en beneficio de la satisfacción de la demanda de electricidad.

El proceso de planeación de la capacidad necesaria para atender los requerimientos de energía eléctrica es dinámico y activo; incorpora la información real más reciente del consumo, adecuándose a las condiciones económicas, tecnológicas y demográficas vigentes, en una valoración permanente de los cambios en las expectativas sobre la evolución futura del mercado eléctrico. Para ello, la elaboración de los escenarios alternos del mercado eléctrico considera la evolución reciente de la actividad productiva y económica del país, apeguándose a las perspectivas económicas y demográficas futuras trazadas en el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 (PLANADE) y el Plan Nacional de Financiamiento del Desarrollo 1997-2000 (PLANAFIDE). Asimismo, la elaboración de escenarios sobre el comportamiento futuro del mercado eléctrico se orienta a determinar las diversas trayectorias globales, sectoriales y regionales de la demanda de energía eléctrica en el país, con el fin de cuantificar las necesidades de capacidad de generación del sistema eléctrico y sus regiones.

Se presentan las trayectorias de la demanda de energía eléctrica para los períodos de pronóstico que resultan de la aplicación coordinada de modelos económicos sectoriales, de estimaciones regionales sustentadas en el análisis de las tendencias del mercado y en solicitudes de servicio e investigaciones de mercado.

La modelación económica utilizada para la estimación de los escenarios implicó dos aspectos esenciales:

- a) El ajuste y el perfeccionamiento de los modelos sectoriales con un conjunto de variables independientes del orden económico y demográfico
- b) El cálculo y la integración de las proyecciones de las ventas sectoriales para obtener la prospectiva global del mercado

Fijando el período de 1967-1996 como base, y con la finalidad de tener elementos para la planeación de la expansión incorporando algunos aspectos que buscan enfrentar la incertidumbre propia de todo comportamiento futuro, se han considerado tres escenarios factibles: conservador, medio y esperado.

Como resultado de estos supuestos, de la consideración de las tendencias tecnológicas sectoriales — como son la optimización en el uso residencial de electricidad con los nuevos equipos de iluminación y los nuevos electrodomésticos, o la evaluación decreciente de la intensidad eléctrica en la industria, que se vincula al cambio técnico en los equipos de bombeo e industriales — y al considerar también el ahorro que representará, según los resultados de 1996, la aplicación del horario de verano, se obtuvieron los tres escenarios de mercado futuro, con las siguientes características generales:

ESCENARIO	TASA ANUAL DE CRECIMIENTO DE VENTAS	INTERVALO DE CONFIANZA	RANGO DE CRECIMIENTO
Esperado	5.5%	80%	5.3%-5.8%
Medio	5.2%	80%	5.0%-5.4%
Conservador	4.2%	80%	4.0%-4.4%

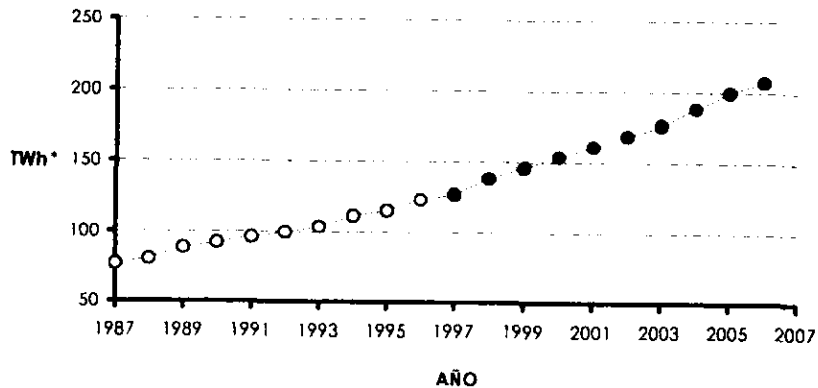
El abasto de esta demanda de energía eléctrica, a la que ya ha sido restada la parte abastecida por la autogeneración, la cogeneración y la pequeña producción, será responsabilidad tanto de la C.F.E. como de LFC. En la generación de la energía eléctrica necesaria para el suministro podrán participar tanto los productores

independientes que ganen los concursos, así como los autoabastecedores con excedentes que adquieran C.F.E. y LFC. en los términos de la LSPEE y su reglamento.

Así con base en estos supuestos, en sus implicaciones y en los datos más recientes del mercado eléctrico, en esta prospectiva se ha determinado tomar como base de planeación de la expansión de la capacidad el "escenario esperado", que prevé un intenso dinamismo económico para el periodo del pronóstico (1997-2006), una mayor tasa de expansión y de participación de la industria en la economía, en particular de las ramas con uso intensivo de electricidad, y, con ello, un mayor dinamismo de la demanda industrial de energía eléctrica.

Con el escenario de planeación seleccionado se estima lo siguiente:

AÑO	VENTAS	TASA MEDIA ANUAL	PERIODO
2000	153.2 TWh	6%	1997-2000
2006	208.2 TWh	5.2%	2001-2006



--○-- Histórico 1987-1996 : tasa de 5.3% anual de crecimiento de ventas.

--●-- Planeación 1997 : tasa de 5.5% anual de crecimiento de ventas.

#### HISTORIA Y ESTIMACION DE LAS VENTAS DE ENERGIA DEL SECTOR ELECTRICO

\* Escenario esperado sin explotación.

La clasificación sectorial del mercado eléctrico se basa en las ventas integradas por cifras de acuerdo con la agrupación siguiente:

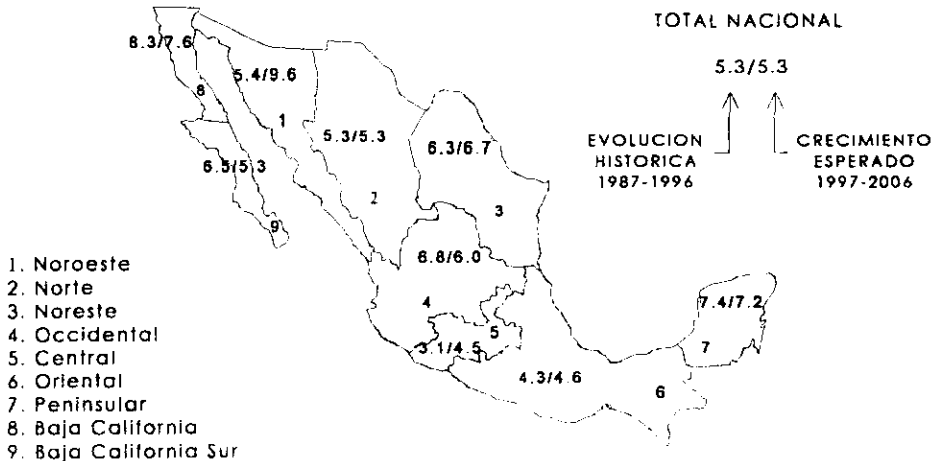
- RESIDENCIAL. Usuarios de tarifas 1,1A,1B,1C,1D y 1E, para servicio doméstico
- COMERCIAL. Usuarios de tarifas 2 y 3, para servicio general en baja tensión, que son principalmente establecimientos comerciales, de servicios y microindustrias
- EMPRESA MEDIANA. Usuarios de tarifas O-M y H-M, para servicio general de media tensión, principalmente de establecimientos industriales medianos y pequeños, así como de comercios y servicios grandes
- GRAN INDUSTRIA. Usuarios de tarifas 1-15,1-30,H-S,HSL,H-T Y HTL, para servicio general en alta tensión, constituidos en grandes establecimientos industriales e importantes sistemas de bombeo de agua potable
- INDUSTRIA. Suma de usuarios de empresa mediana y de gran industria
- AGRICOLA. Usuarios de tarifa 9 y 9 M para bombeo de agua de riego

SECTOR	TASA MEDIA DE CRECIMIENTO ANUAL (%)		
	1987-1996	1997-2006	Intervalos de confianza al 80%
Residencial	6.6	4.4	3.7-5.0
Comercial	2.9	5.6	4.9-6.2
Servicios	1.6	2.9	1.0-4.6
Industrial	5.7	6.6	6.3-6.8
Agrícola	3.4	-0.1	-1.1-0.8
<b>TOTAL (Sin exportación)</b>	<b>5.3</b>	<b>5.5</b>	<b>5.3-5.8</b>

Destaca la tasa del sector agrícola, que se explica en parte por el alto nivel de consumo del año base debido a la sequía registrada, y cuyo efecto, se estima, reduce un punto porcentual la tasa esperada. Otro factor determinante en este resultado es el efecto de la recuperación del nivel de precio real, que tiende a moderar la expansión del sector. En este punto conviene señalar que la superficie irrigada por bombeo eléctrico se estima representa alrededor del 10 % de la superficie sembrada total, que incluye el riego por gravedad y las zonas de temporal.

Simultáneamente y en coordinación con el análisis de las ventas totales, se realiza un estudio del mercado eléctrico que tiene por objeto determinar las necesidades de capacidad y energía a nivel regional. Los resultados de este estudio permiten establecer la magnitud, la localización de la capacidad de generación y de las subestaciones, así como líneas de transmisión requeridas.

Para el estudio regional del mercado eléctrico, el país se divide en 115 zonas y 12 pequeños sistemas aislados, 6 de los cuales reciben energías de importación. Las zonas a su vez se agrupan en 9 áreas del sistema eléctrico como se muestra a continuación en donde se indica el crecimiento anual promedio de las ventas de cada área, para las cifras históricas del período 1987-1996 y para la proyección de 1997-2006, en el escenario esperado.



**CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DE LAS VENTAS (%)**

En el estudio regional del mercado eléctrico, la demanda se clasifica en dos categorías:

- a) El desarrollo normal, el cual depende de gran medida del crecimiento demográfico regional y corresponde a los usuarios regionales, comerciales y servicios con demandas individuales relativamente pequeñas.
- b) Las cargas importantes que son aquellas que tienen una demanda de potencia mayor a 1 MW y corresponden en su mayoría al sector industrial

El procedimiento del pronóstico consiste en proyectar, para cada zona las ventas de energía eléctrica a los usuarios de desarrollo normal y las cargas importantes. Para cada una de las zonas se cuenta con cifras históricas de las ventas anuales de energía eléctrica y de la demanda máxima anual de potencia.

Las ventas de energía a los usuarios de las cargas importantes se estiman a partir de la información proporcionada en las solicitudes de nuevos servicios y a través de las encuestas anuales que la C.F.E. realiza con este propósito.

## **2.4 JUSTIFICACION DE LA PARTICIPACION PRIVADA**

Como elemento estratégico de la recuperación de la economía mexicana y de la consolidación de ésta en un proceso de crecimiento sostenido, sólido, dinámico y sustentable, México promueve el desarrollo de la Industria eléctrica para cumplir los objetivos de generar y suministrar al menor costo posible la energía necesaria para satisfacer los requerimientos de una demanda creciente.

Las exigencias de crecimiento de la economía mexicana responden a las necesidades propias del país y a su inserción eficiente en el proceso de globalización, en un contexto de mercados interdependientes y de creciente dependencia. La participación de México en regímenes de libre comercio y sus vinculaciones económicas y de cooperación multilateral con América Latina, América del Norte, la cuenca del Pacífico y la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), entre otros obligan a un esfuerzo en el mejoramiento de los programas de

desarrollo de la infraestructura para la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica.

El desarrollo del sector eléctrico en México requerirá de inversiones crecientes. Los supuestos de crecimiento económico, acordes con el Programa Nacional de Financiamiento de Desarrollo 1997-2000 (PRONAFIDE), permiten prever que la capacidad de generación deberá de los 34,791 MW, instalados en diciembre de 1996, a 46,896.2 MW, en el año 2006. De esta forma se requerirá la suficiente infraestructura para trasladar 12,105.2 MW desde los centros de generación hasta los diversos puntos de consumo.

Mediante el establecimiento y operación progresiva de un mercado de electricidad se pretende consolidar una industria eléctrica más moderna y eficiente, así como fomentar la inversión de los particulares en la generación, transmisión y distribución de la electricidad, aprovechando así, los recursos para llevar a cabo programas sociales.

A fin de proporcionar certidumbre a los Industriales e inversionistas potenciales con respecto a las perspectivas de recuperación de los recursos financieros se han realizado modificaciones a diversos lineamientos como son los acuerdos para ajuste de las tarifas, modelos de compraventa de excedentes de energía eléctrica y flexibilización de los requerimientos de participación para cursos de generación y transmisión de energía eléctrica.

Estas modificaciones dieron lugar a un marco atractivo para la Inversión de capitales privados, logrando con ello: los recursos financieros para poder satisfacer la demanda de energía; emplear los recursos otorgados a la CFE en la mayor capacidad de proyectos, alcanzando sus metas en el menor tiempo; la generación de empleos y la reactivación de las zonas de consumo, evitando el crecimiento, principalmente en el sector industrial.

El proyecto de la Línea de Transmisión Malpaso - Villahermosa - Escárcega es parte del proceso que inició en 1997, bajo la política de atraer capitales privados a obras de generación y transmisión de energía eléctrica para satisfacer la demanda esperada para el año 2006.

### 3. PROCESO DE LICITACION

#### 3.1 DESCRIPCION

La licitación consiste en solicitar públicamente la oferta del proyecto de la Línea de transmisión Malpaso – Villahermosa – Escárcega, que satisfaga las necesidades requeridas por la Comisión Federal de Electricidad.

Para realizar dicha licitación se llevó a cabo una convocatoria, la cual fue publicada en el Diario Oficial de la Federación, contando con la siguiente información:

- Número de licitación
- Concepto de obra
- Descripción general de la obra
- Fecha de inicio y terminación
- Ubicación de la obra
- Costo de las bases y fecha límite de adquisición
- Junta de aclaraciones\*
- Visita al lugar de la obra o los trabajos\*
- Presentación de proposiciones y apertura técnica\*
- Acto de apertura económica\*
- Capital contable requerido

Además también se indica en la convocatoria características generales que debe de tener la propuesta, tales como:

- Idioma en que deberán de presentarse las proposiciones y
- La moneda en que deberán cotizarse las mismas

Al mismo tiempo aclara lo siguiente:

- Condiciones de pago

---

\* Se indica Sitio, Fecha y hora.

- Porcentaje de anticipos que se darán tanto para inicio de los trabajos como para la adquisición de materiales y equipo de instalación permanente

La propuesta deberá estar dividida en dos partes una técnica y una económica.

1. La propuesta técnica se compondrá de:

a) Información general y documentos legales

- Información relevante que demuestre la condición financiera de la empresa participante, incluyendo los estados financieros auditados por auditor externo, correspondientes a los dos últimos ejercicios fiscales, y los estados financieros trimestrales posteriores al cierre del último ejercicio fiscal, si lo hubiere, donde se demuestre que cuenta con un capital contable mínimo de 10 millones de dólares o su equivalente en cualquier otra moneda extranjera
- Documento que describa el organigrama y estructura de la empresa, así como el organigrama y estructura accionaria que adoptará la misma para esta obra
- Declaración por escrito y bajo protesta de decir la verdad de que el Licitante, es proveedor o contratista
- testimonio o copia certificada que acrediten la personalidad de las personas que formen la Propuesta
- Manifestación por escrito de conocer los Sitios, así como de haber asistido o no a las Juntas de Aclaraciones

b) Información técnica

- Instrucciones de licitación, minutas de junta de aclaraciones, adenda y especificaciones técnicas y de construcción
- Listado del alcance del suministro del proyecto completo, sin monto económico, indicando marca, tipo, país de origen y cantidades de equipos y materiales de instalación permanente
- Catálogos técnicos con todos los equipos y materiales que integran el alcance del suministro afectado
- Programa de ingeniería sin monto económico
- Programa de construcción sin monto económico
- Programa de suministro de equipo sin monto económico

- Catálogos de conceptos de integrados de obras civil y electromecánica.
- La estructura orgánica y funcional que establecerá el licitante para el desarrollo del aseguramiento de calidad y control de los trabajos de:
  - Ingeniería de detalle
  - Suministros
  - Obra civil y electromecánica
  - Pruebas y
  - Puesta en servicio
- Manifestación escrita de conocer los sitios de los trabajos, así como haber asistido o no a la junta de aclaraciones que se celebró.
- Descripción del procedimiento constructivo que empleará para la realización de los trabajos.
- Datos básicos de costos de materiales puestos en los sitios de los trabajos.
- Datos básicos del costo del uso de la maquinaria de construcción, puesta en el sitio de los trabajos.
- Datos básicos de los costos de la mano de obra a utilizarse, tomando como base mínima el tabulador de salarios aprobado por el Sindicato Unico de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM) para trabajadores eventuales de construcción.
- Relación de maquinaria y equipo de construcción.
- Programa calendarizado de utilización de maquinaria y equipo de construcción.
- Programa calendarizado de utilización de mano de obra.
- Programa calendarizado de utilización del personal técnico, administrativo y de servicio encargado en la dirección y administración de los trabajos.
- Manual de aseguramiento de calidad.
- Documentos que acrediten la existencia y capacidad técnica requerida.
- Datos de los profesionistas y técnicos al servicio del licitante y principales obras, trabajos y cargos desempeñados.

*c) Garantía de la Propuesta*

- Cada Licitante deberá otorgar una garantía como parte de su Propuesta, con un valor de un millón setecientos cincuenta mil dólares de los E.U.A.

(US\$ 1,750,000.00) y con una vigencia de 180 días calendario, la cual tendrá como objeto asegurar la seriedad de la Propuesta

- Podrá hacerse efectiva por incumplimiento del Licitante ganador o si el Licitante retira su Propuesta durante el período de validez de la misma

d) Modelo del Contrato de Fideicomiso

- Las propuestas deberán permanecer vigentes por 180 días calendario a partir de la fecha límite para la presentación de las mismas
- Por lo menos el 25% del costo total de las ingenierías de detalle, suministro y construcción deben ser de origen mexicano
- Las relaciones laborales deberán convenirse con el Sindicato Unico de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM).
- Se deberá indicar cuales son los conceptos que forman la parte nacional, así como el monto en dólares de la participación nacional de dichos conceptos y por último el porcentaje que representa la integración nacional respecto al monto total del contrato de ingeniería, suministro y construcción
- La verificación del grado de integración nacional garantizado en la propuesta lo hará la Comisión durante la ejecución del proyecto, a través de la revisión de los documentos relacionados con la procuración, mediante la supervisión de las obras. Las penas convencionales por incumplimiento del grado de integración se aplican sobre el diferencial entre el valor real demostrado y el exigido por la Comisión.
- En circunstancias excepcionales, la Comisión podrá solicitar a los licitantes una ampliación del período de vigencia de las Propuestas. La Solicitud y la respuesta deberán hacerse por escrito. La Garantía de la Propuesta suministrada deberá de ser ampliada en igual término que la vigencia de la Propuesta, en caso de que cualquier licitante no amplíe el período de vigencia de su propuesta y de la garantía de la propuesta correspondiente conforme a lo anterior será descalificado, mas no se le hará efectiva la garantía de la propuesta.

El objetivo de las propuestas técnicas consiste en calificar las mismas como "Solvente Técnicamente" o "No Solvente Técnicamente" para que las propuestas puedan pasar a la segunda etapa de evaluación.

La evaluación de las propuestas técnicas consiste en la verificación de las características de los equipos y materiales ofertados, sus fabricantes, cantidades y los programas de ejecución del proyecto, construcción y pruebas, así como los recursos a utilizar.

Será necesario recibir la calificación de solvente técnicamente para que las propuestas puedan pasar a la segunda etapa de evaluación.

2. La Propuesta Económica se compondrá de

a) Descripción breve del esquema financiero del proyecto incluyendo:

- La proporción deuda/capital
- Las fuentes y principales términos del financiamiento

b) Indicación de los costos originados por:

- Aprobación de autorizaciones gubernamentales
- Impuestos y contribuciones fiscales y prestaciones a los trabajadores
- Seguros
- Realización de las obras incluyendo limitación, materiales, equipo y mano de obra, ingeniería de detalle, equipamiento, construcción y realización de las pruebas
- Fondo de contingencia para eventos durante construcción (10% del costo total del proyecto)

c) Clasificación del costo total del proyecto de la siguiente manera

- Costo total del proyecto en dólares, desglosado por cada línea de transmisión
- Costo del contrato de ingeniería de detalle, suministro y construcción
- Impuestos durante construcción, sin desglosar para cada línea de transmisión
- Costos de desarrollo
- Fondo de contingencia
- Costos financieros

- Gastos derivados de los financiamientos
- Gastos de administración

d) Indicación de los pagos trimestrales que la CFE deberá cubrir

- Por construcción y financiamiento de las líneas de transmisión cotizados por cada una de las líneas que integran el proyecto, así como la suma de éstos clasificándolos por amortizaciones, intereses e impuestos mexicanos
- Los impuestos mexicanos se pagarán en pesos al tipo de cambio vigente para solventar obligaciones en moneda extranjera
- Los pagos trimestrales(dólares) ofertados en la propuesta por cada trimestre serán ajustados para reflejar cambios en las tasas de interés de referencia entre la fecha de presentación de las propuestas y la fecha de inicio
- Los pagos trimestrales también podrán ser ajustados por Cambios en la ruta, los cuales deberán ser especificados por el licitante ganador junto con el presupuesto que estos cambios conllevan

e) Indicación de la parte pagadera en dólares

- La comisión pagará al licitante por la ejecución del proyecto cuyo objeto inicial es cubrir la deuda y sus intereses, el capital de rendimiento, los gastos financieros legales y administrativos, impuestos y contribuciones fiscales capitalizados durante la etapa de construcción así como la contraprestación requerida por el financiamiento a largo plazo.
- Estos pagos trimestrales, definidos por el licitante, deberán ser cotizados en dólares y pagados en E.U.A.

f) Indicación de la parte pagadera en pesos

- Este pago será fijo y firme, correspondiente a los impuestos mexicanos que se generen a partir de la fecha de operación comercial de las líneas de transmisión. Este concepto deberá de ser cotizado en dólares y su pago será en pesos de acuerdo al tipo cambio vigente. Dichos impuestos deberán ser determinados conforme a las leyes aplicables que estén vigentes
- Presentación de la siguiente información en los formatos correspondientes en dos juegos, uno junto con el Fondo Financiero de Contingencia y otro sin éste

- Los pagos trimestrales por cada una de las líneas de transmisión, tomando en cuenta la amortización y los intereses
- Los impuestos por período de construcción de cada una de las líneas de transmisión
- Los impuestos por período de operación para el proyecto
- Los orígenes y aplicaciones de fondos generados por la construcción
- La estructura del financiamiento al cierre de los acuerdos financieros

La apertura de las propuestas será realizada en dos etapas, en la primera se procederá a la apertura de los sobres que contengan las Propuestas Técnicas y en la segunda a la apertura de los sobres que contengan las Propuestas Económicas de aquellos licitantes cuya Propuesta Técnica hubiese sido determinada como "Solvente Técnicamente".

Se entenderá que una propuesta es "Solvente" cuando habiendo sido declarada "Solvente Técnicamente" en la etapa de evaluación de Propuestas Técnicas, cumpla además con todos y cada uno de los requisitos establecidos en las Bases de Licitación, incluyendo la viabilidad financiera y congruencia del plan de financiamiento con el Proyecto y con la Propuesta.

Las empresas participantes deben de contar con experiencia y capacidad técnica suficiente para la ejecución de los trabajos de la convocatoria, ya que la adjudicación de los mismos se hará a la persona física o moral que ha reunido las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas y que además garantice satisfactoriamente el cumplimiento del contrato, la ejecución de la obra y que presente la proposición solvente cuyo precio sea el más bajo y aceptable para la Comisión Federal de Electricidad.

Terminada la obra se le dará posesión a la CFE con derecho a explotarla en quince años como mínimo; en dicho período se realizarán pagos trimestrales, determinados por la sociedad en la propuesta a favor de la misma y al término de éstos, la propiedad de las líneas de transmisión será transmitida a la CFE.

### 3.2 ESQUEMA DEL PROYECTO

Existen diferentes tipos de financiamientos, en el caso particular de obras de infraestructura, el Gobierno maneja un tipo de parámetro legal que permita ceder los derechos de la elaboración de un proyecto a una compañía privada, a esta sesión de derechos se denomina *esquema*.

El esquema trae consigo beneficios para ambas partes, por un lado la construcción de obras de infraestructura incrementan el desarrollo nacional, tanto en la creación de empleos, así como el crecimiento económico a nivel nacional. Por otro lado, los inversionistas privados tienen la oportunidad de colocar su dinero en proyectos que le aporten utilidades atractivas.

Existen diferentes tipos de esquemas, los cuales dependen del tipo de proyecto, las fases del proyecto a realizar, la forma de recuperar la inversión y la manera de entregar el proyecto. Como ejemplo se encuentran, entre otros, los siguientes tipos de esquemas:

- Llave en Mano (turn Key) donde una sola empresa tiene dos o más fases de un proyecto
- BOT (Built, Operate and Transfer), Construir, Operar y Transferir
- BLT (Build, Lease and Transfer) Construir Arrendar y Transferir
- BFT (Build, Finance and Transfer) Construir Financiar y Transferir
- RAOT, Rehabilitar, Ampliar, Arrendar y Transferir
- RAOM, Rehabilitar, Ampliar, Arrendar y Mantener

Todos estos mecanismos permiten al Gobierno realizar obras de infraestructura con recursos de la iniciativa privada.

Para el proyecto de la línea de transmisión Malpaso – Villahermosa – Escárcega, se eligió el plan denominado BFT (Build, Finance and Transfer) Construir Financiar y Transferir. En este plan participa una empresa del sector privado, que puede consistir

en varios grupos (constructor, proveedor de equipo, etc.) los cuales construyen el proyecto y lo financian al Gobierno o a la empresa estatal, en este caso la CFE, por un periodo de quince años, suficiente para amortizar los costos de la construcción y generar rendimientos satisfactorios, al final del cual se transferirá al Gobierno o empresa estatal, usualmente a precio nominal.

A parte de la construcción, el papel fundamental del sector privado es conseguir el financiamiento a través de su propia inversión y créditos de instituciones financieras. La fuente de pago es una renta preestablecida que otorga el Gobierno al sector privado durante un tiempo definido. Este tipo de esquema es muy utilizado por la CFE.

La mayor parte de los proyectos BFT se fondean a través de instituciones financieras extranjeras, las cuales apoyan a las actividades de infraestructura. Algunas fuentes de financiamiento son: El Banco Mundial a través del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, la Agencia Internacional de Desarrollo o la Corporación Financiera Mundial; también se encuentran el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), entre otros.

Los créditos se pueden amortizar de diferentes maneras:

- Pagos totales iguales
- Pagos de principal igual
- Esquema de pagos tipo creciente

Al monto de crédito se le deben sumar diferentes condiciones por apertura, disposición, toma en firme, saldo insoluto, entre otras.

Es claro que a los gobiernos no les gusta correr riesgos y mucho menos dar garantías financieras que aseguren al inversionista utilidades excesivas o altísimos rendimientos. Para que la propuesta del inversionista sea atractiva al Gobierno, éste debe de ofrecer garantías que cubran los riesgos de cumplimiento, sobrecosto, operación y financiamiento. El inversionista, al mismo tiempo, debe de identificar y

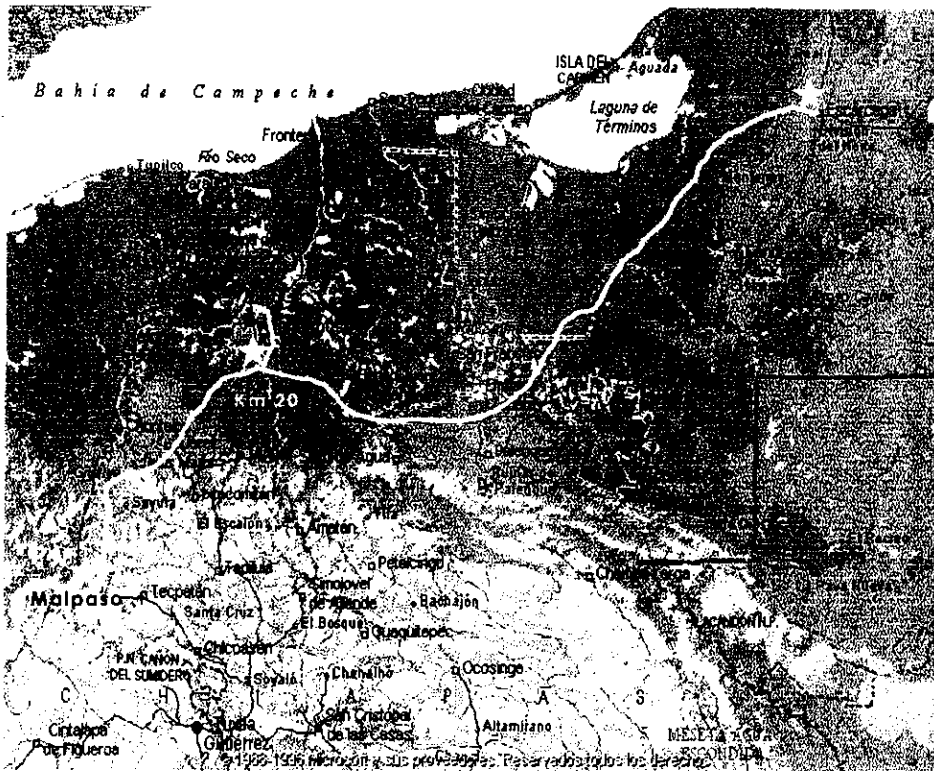
tratar de minimizar al máximo los posibles riesgos que impacten la realidad del proyecto, sin dejar de otorgar las garantías que el Gobierno requiere.

Para que una propuesta de BFT sea aceptada por el Gobierno, ésta debe cumplir con ciertas características, como son:

1. El bajo costo: los cargos financieros y los intereses del financiamiento del proyecto deben ser bajos. Esto generalmente implica que el análisis incluya préstamos de poco monto para disminuir el pago de los intereses.
2. Credibilidad: el proyecto depende de una planeación financiera eficiente y un estudio profundo realizado por banqueros respetables. El plan debe de contener el alcance técnico y sus pretensiones del proyecto.
3. Riesgos mínimos financieros para el gobierno: el plan debe de incluir la inversión mínima posible para el Gobierno, esto quiere decir que entre menos invierta el Gobierno, la propuesta será más atractiva.
4. Mínima carga en la capacidad de endeudamiento en la rentabilidad del proyecto: esto requiere de maximizar la rentabilidad del proyecto, minimizando los riesgos de financiamiento.

#### 4. PROCESO CONSTRUCTIVO LINEA MALPASO – VILLAHERMOSA – ESCARCEGA

El proyecto consiste en el diseño y construcción de 3 líneas de transmisión de energía eléctrica ubicadas en las localidades de Malpaso, Villahermosa y Escárcega en los estados de Chiapas, Tabasco y Campeche respectivamente, la trayectoria que este proyecto sigue es la que se muestra a continuación:



La línea Malpaso - km 20, km 20 - Escárcega corresponde a una capacidad de tensión de 400 kv; y la línea km 20 - Villahermosa, al igual que el entronque en Macuspana, corresponden a una capacidad de tensión de 230 kv.

Las tres líneas suman un total de 444.5 km constituidas por 1069 estructuras distribuidas de la siguiente forma:

LÍNEA DE TRANSMISIÓN/ TENSIÓN ENTRE FASES	LONGITUD	TIPO DE ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN	TIPO DE ESTRUCTURA DE TENSIÓN	CABLE CONDUCTOR	CABLE DE GUARDA
Malpaso – km 20 400 kv	106 km	Torres autoportadas de acero extragalvanizado	Torres autoportadas de acero extragalvanizado	1113 ACSR/AS con cableado concéntrico y núcleo de acero con recubrimiento de aluminio soldado.	Cable de acero sólido 7#8 (AAS) con recubrimiento de aluminio soldado
Km 20 – Villahermosa 230 kv	31.5 km	Torres autoportadas de acero extragalvanizado	Torres autoportadas y postes froncocónicos de acero extragalvanizado	1113 ACSR/AS con cableado concéntrico y núcleo de acero con recubrimiento de aluminio soldado.	Cable de acero sólido 7#8 (AAS) con recubrimiento de aluminio soldado
Km 20 – Escárcega 400 y 230 kv	296 km y 12 km	Torres autoportadas de acero extragalvanizado	Torres autoportadas de acero extragalvanizado	1113 ACSR/AS con cableado concéntrico y núcleo de acero con recubrimiento de aluminio soldado.	Cable de acero sólido 7#8 (AAS) con recubrimiento de aluminio soldado

El proceso constructivo de la línea de transmisión se divide en las siguientes etapas:

1. Trabajos preliminares
2. Cimentación
3. Montaje de estructuras
4. Cableado

#### **4.1 Trabajos preliminares.**

Antes de iniciar el levantamiento de la línea, se obtendrá información acerca de la localización de los poblados o zonas donde se pretende que pase la línea.

##### **4.1.1 Reconocimiento del terreno**

Es un trabajo que desarrolla el topógrafo tomando en cuenta los siguientes puntos:

- a) Fijación de puntos obligados (salida, llegada, entronque, corredores, etc.)
- b) Obtener cercanías a caminos y carreteras
- c) Evitar en lo posible accidentes topográficos
- d) Considerar la localización de la población o pobladores que motivan el trazo
- e) Indicar alternativas que parezcan convenientes por razones técnicas o por facilidad de paso.

##### **4.1.2 Trazo preliminar**

Realizado el conocimiento general del terreno, se efectúa un trazo preliminar sin detalle, que permite supervisar y formar una idea aproximada de la localización, dirección y longitud de la futura línea.

El trazo se indicará en un croquis que contenga además:

- a) Los terrenos por los cuales atravesará y dificultades de entradas
- b) Las poblaciones que toca el trazo y las cercanías a ésta
- c) Líneas eléctricas de comunicación cruzadas o paralelas al trazo en cada lado de la Línea
- d) Obstáculos que condicionen el trazo (cantera, minas, laderas, ríos, arroyos, zonas inundables, zonas de cultivo, vías férreas, carreteras, terracerías, etc.)
- e) Se evitará, en lo posible, cruzar por zonas pobladas e industriales, de lo contrario, se indicará la longitud del trazo correspondiente a dichas zonas

#### 4.1.3 Recomendaciones para el trazo

Durante el reconocimiento y estudio para el trazo, el topógrafo tomará en cuenta lo siguiente:

- a) Realizar alineamiento lo más largo posible y evitar deflexiones en lugares bajos o ángulos mayores a los permisibles por las torres
- b) Siempre que sea posible, los ángulos se deben localizar en los puntos elevados. En terreno plano cuando exista la necesidad de dos deflexiones cercanas, la longitud de la tangente entre ellas, debe ser un múltiplo del claro normal
- c) Al localizar las deflexiones, es importante tener presente el tipo de estructuras, con el fin de fijar espacio necesario para las retenidas si la estructura es de este tipo, y evitar su interferencia con cercas, líneas de potencia, telecomunicaciones, etc. previendo un espacio libre, definido por un círculo con radio mínimo de 20 m
- d) Por seguridad de la línea, mantener el trazo a una distancia suficiente de cantera, fuentes de productos corrosivos explotaciones mineras, etc.
- e) Todos los cruzamientos de la Línea con vías férreas, caminos, carreteras y líneas de comunicación deben efectuarse en ángulo recto como sea posible y evitar hacerlo a menos de 45°
- f) No hacer deflexiones en cruzamientos con vías férreas, caminos y carreteras a una distancia inferior a la altura de la estructura que se estime instalar, en aquellos casos en los cuales no se pueda respetar el derecho de vía
- g) Pasar cuando menos a 150 m del conjunto de casas y a 40 m de cualquier construcción aislada
- h) Se considerará en el levantamiento topográfico de reconocimiento cuando sea factible, el paralelismo del trazo a diversas vías de comunicación y otras, tales como:

**CARRETERAS.** Cuando el trazo sigue una dirección paralela a una carrera, la distancia entre ejes será de 35 m como mínimo.

**FERROCARRILES.** Si el trazo sigue una dirección paralela a una vía férrea, la distancia entre el trazo y el eje de la vía será de 35 m como mínimo. Pero en el caso de ir una Línea telefónica y telegráfica paralela a la vía, se preferirá la distancia mínima de 80 m que es la distancia necesaria para evitar interferencia inductiva en cualquier zona expuesta.

**LINEAS DE TRANSMISION.** La distancia entre ejes será la menor a la que se indica en la tabla siguiente:

LINEA 1	LINEA 2	DISTANCIA (m)
400 - 2 CIR.	400 - 2 CIR.	80
230 - 2 CIR.	230 - 2 CIR.	50
230 - 2 CIR.	230 - 1 CIR.	55
230 - 2 CIR.	115 - 1 y 2 CIR.	50

Los desmontes que efectúe el topógrafo serán los mínimos necesarios para la realización del trazo. En el trazo de las Líneas se evitará en todo lo posible, las siguientes áreas:

- a) Terreno con bosque espeso o con derecho de vía costoso
- b) Areas que estén expuestas a fuertes escurrimientos fluviales o deslizamientos de nieve
- c) Edificios de toda clase
- d) Zonas inundables o pantanosas
- e) evitar, en lo posible, el trazo en laderas de montañas que puedan deslizarse en terreno blando, en caso contrario, deberán anotarse en los planos respectivos

#### 4.1.4 Levantamiento topográfico

Para la localización de los sitios en donde se instalarán las estructuras se emplea un sistema de señalización por medio de mojoneras y estacas. Si al realizar esta actividad se detecta que el sitio no es adecuado por una situación particular que pueda afectar su estabilidad, se deberán tomar las medidas correspondientes.

El señalamiento del trazo, se debe hacer con la ayuda de estacas de estación numeradas, colocadas como máximo a cada 200 m, la cabeza de las estacas será pintada de color que facilite su localización.

Se colocarán mojoneras de concreto, pintadas de blanco a cada 2 km, en terreno abrupto, y a cada 3 km en terreno plano y en lomerío suave.

En los planos del levantamiento se deben marcar los linderos de propiedad, nombre de propietario, tipo de cultivo y clase del terreno.



SEÑALIZACION DEL SITIO POR MEDIO DE ESTACAS

Cuando la línea se traza sobre terreno cuya sección transversal tiene una pendiente mayor a 20°, se deberá levantar un contra perfil a la derecha y a la izquierda a una distancia del eje de la línea como se indica a continuación:

VOLTAJE DE LA LINEA [kV]	DISTANCIA DEL PERFIL DEL EJE DE LA LINEA [m]
230	15.00
400	25.00

Estos perfiles se dibujarán en las mismas hojas del perfil con líneas punteadas indicándose con CPD para el contraperfil derecho y con CPI para el contraperfil izquierdo considerando la dirección del trazo de la línea.

Deben marcarse en los planos el nivel del agua existente en cruce con ríos, lagos y otras zonas con agua, cuando se hace el levantamiento, pero sobre todo el nivel de máximas aguas extraordinarias (NAME), que es el que servirá para lo relativo a libramiento.

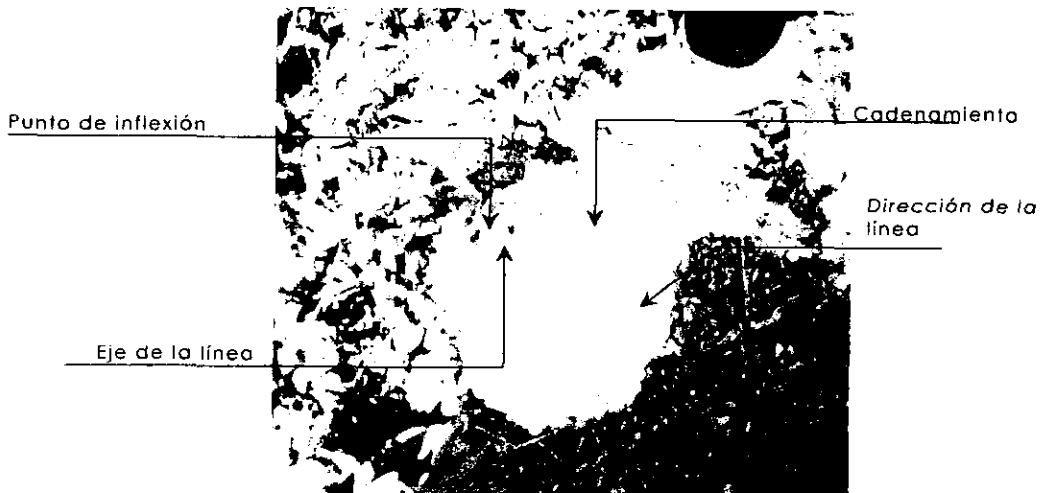
El plano de conjunto o de localización geográfica de la línea, deberá incluir el número progresivo de las deflexiones, indicando su ángulo derecho e izquierdo, con su respectivo kilometraje, cruzamientos con carreteras, vías de ferrocarril y caminos importantes, marcando el kilometraje de cruce de ambos, la dirección de la tangente, tipo del terreno atravesado, poblados, caseríos, así como otros detalles importantes para facilitar la localización de la línea.

#### 4.1.5 Localización del trazo de estructuras

Se localizará en el campo los sitios de localización de cada una de las estructuras de que constará la línea y se colocará la mojonera correspondiente en el centro. La mojonera es un elemento de concreto prefabricado de forma piramidal en

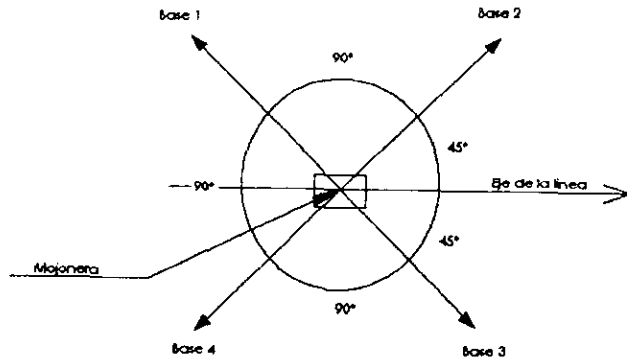
cuyo centro se encuentra un clavo de 6" que indica el eje de la línea de transmisión. Debe tener claramente indicado con pintura indeleble lo siguiente:

- Número y tipo de torre
- Elevación de mojoneras
- Distancia de la torre siguiente
- Distancia en kilometraje
- En puntos de deflexión se debe indicar el ángulo y su dirección



### COLOCACION DE MOJONERA

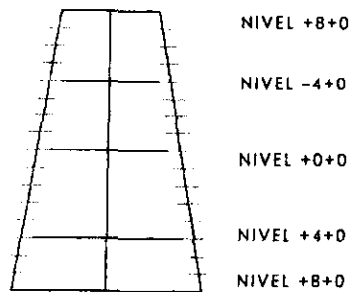
El topógrafo levantará también un perfil en cruz, tomado como eje el sífio de la mojonera como nivel cero de las cuatro patas de la torre, ya que esto servirá para determinar las excavaciones que tendrán las estructuras. La numeración de las patas en línea recta es como sigue:



**Figura No. 1**

El perfil en cruz debe encontrar la configuración del terreno desde el eje de la mojonera en la dirección de cada uno de los sitios donde van a quedar ubicadas las bases de la estructura, hasta una distancia de 12 m.

Después de dibujar el perfil en cruz, es necesario dibujar una plantilla para cada uno de los tipos de torre que se instalarán. Para dibujar la plantilla, se toman los planos de montaje, los datos de las distintas distancias que hay entre bases extremas, es decir, de la base 1 a 3 y de la base 2 a la 4, en dos o más niveles.



**PLANTILLA DE TORRE TIPO 1M1 (BL) 1 CIRCUITO**

**Figura No. 2**

Para obtener las extensiones, es necesario colocar la plantilla sobre el dibujo del perfil en cruz y hacer conducir el nivel cero de este nivel con el nivel +0 que marca la plantilla y observar en que extensión es donde se cruza el dibujo de perfil con los extremos de la plantilla.

Cuando la línea cuenta con deflexiones, la posición de sus bases varía con relación a las demás torres, la posición correcta es como se observa.

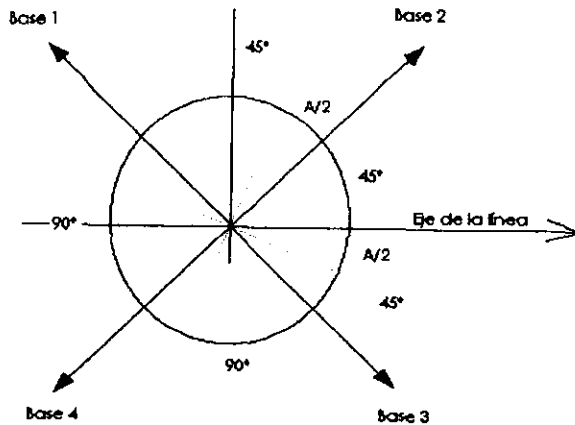


Figura No. 3

El trazo de las estructuras, consiste en ubicar cada una de las cepas de que consta dicha estructura, para que nos ayudemos con los datos de cimentación, haciendo una tabla que contenga las dimensiones de cada excavación y las distancias del centro de la estructura a la esquina más cercana y a la más lejana.

#### 4.1.6 Apertura de la brecha forestal

Consiste principalmente en el desmonte de una franja de terreno, cuyo centro coincidirá con el trazo topográfico y se ubicará a lo largo de la Línea de Transmisión.

el ancho de la brecha será variable, de acuerdo con el voltaje de la línea, a la disposición de los conductores, tipo de estructura, altura de los árboles y la pendiente transversal del terreno (perfil).

Previo a la apertura de la brecha, se deberán seleccionar métodos y procesos de construcción que aseguren el menor daño a los ecosistemas.

Las características de la brecha serán fijadas para cada línea de transmisión y siempre se tendrá en cuenta la protección de los ecosistemas. En términos generales se ejecutará la brecha mínima indispensable para permitir los trabajos de construcción, mantenimiento y operación segura de la línea

A continuación se muestran los valores normalizados para el ancho de la brecha en terreno plano.

TENSION NORMAL [kV]	No. DE CIRCUITOS	TIPO DE ESTRUCTURAS	CONDUCTOR		ANCHO DE LA BRECHA	
			CALIBRE	CLAVE	ZONA URBANA [m]	ZONA RURAL [m]
230	2	TA	1113	BLUEJAY	8	32
400	2	TA	1113	BLUEJAY	45	50

Es importante mencionar que no se abrirá brecha en zonas de cultivo, siempre y cuando no rebasen una altura de 3m.

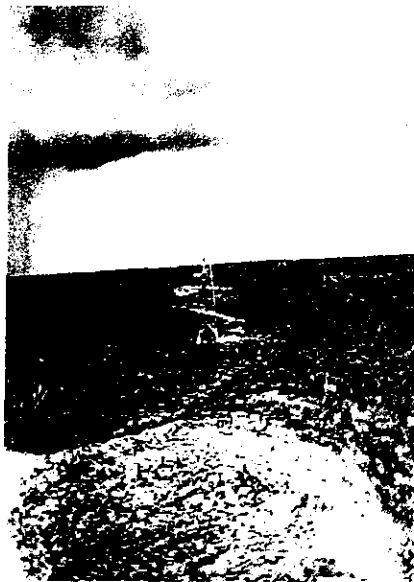
El objetivo principal de la brecha es:

- a) Proteger estructuras y conductores contra la caída de árboles o ramas que pueden ocasionar daños y fallas en la Línea.
- b) Permitir las maniobras de construcción durante el desarrollo de los trabajos

- c) Servir como camino de acceso a lo largo de la Línea, para el transporte de personal, materiales y equipos, así como para el tendido y fensionado de cable conductor y de guarda.
- d) Proteger a los bosques, terrenos y cultivos adyacentes a las líneas contra posibles incendios ocasionados por la caída de conductores

De acuerdo con las especificaciones de la C.F.E. para la apertura de la brecha forestal, deberá procurarse el uso de herramientas manuales y/o mecánicas, evitándose el uso de productos químicos y el fuego para dicho fin.

Para los trabajos mencionados la C.F.E. obtendrá los permisos ante las autoridades que corresponda. Así mismo, se encargará de efectuar los pagos por indemnizaciones de daños a cultivos ocasionados a los propietarios de los predios por donde pasa la línea de transmisión.



**DERECHO DE VIA**

#### 4.1.7 Caminos de acceso

Los caminos de acceso son aquellos que se requieren para llegar a las zonas donde se localizarán las estructuras y al mismo tiempo para garantizar la seguridad del transporte del personal, material y equipo necesario para ejecutar la construcción de la línea. Para ello se aprovechan todos los caminos ya existentes, federales vecinales y particulares.

Para poder llegar a zonas inaccesibles en donde se necesita la construcción de caminos de acceso seguros se utilizan aquellos caminos ya existentes para aproximarse lo más posible a la zona en cuestión. Dichos caminos son generalmente terracerías a "pelo de tierra" o con espesores mínimos necesarios de cortes o terraplenes de un ancho de 3.0 m incluyendo cunetas y obras de arte. Se debe de considerar que deben estar en condiciones de utilización durante todo el tiempo que dure la construcción del proyecto.

El constructor tramitará y obtendrá los permisos necesarios de los propietarios de los terrenos para la construcción de los caminos de acceso o reparación de los existentes que estén fuera del derecho de vía. Los daños ocasionados deberán de ser indemnizados.

Previo a la construcción de los caminos de acceso se deberán seleccionar los métodos y procesos de construcción que aseguren el menor daño posible a los ecosistemas, de acuerdo a especificaciones de construcción y acatando el Reglamento de Ecología vigente para atenuar los impactos posibles.

La constructora deberá de retirar los materiales de deshecho producto de la construcción de caminos de acceso, así como la restauración de la capa vegetal adyacente a estos, de tal forma que se eviten erosiones o alteraciones al ecosistema.

La unidad de medida para esta actividad es el kilómetro- línea.

Se deben de considerar todas las actividades que se desarrollarán y los costos en que se incurrirán al calcular sus precios unitarios integrados. Se estimará por unidad de obra terminada incluyendo los cargos y operaciones siguientes:

a) Localización y trazo

- b) Desmonte
- c) Construcción de caminos de acceso dentro y fuera de la trayectoria de la línea, incluyendo cunetas, contra-cunetas y obras de arte, si se requieren
- d) *Mantenimiento y conservación de los caminos*
- e) Apertura y cierre de cercas en los terrenos que se atraviesen y reconstrucción de las mismas
- f) Reparación de daños causados durante la construcción



**CAMINO DE ACCESO**

#### **4.2. Cimentaciones**

Se considera que todas las cimentaciones de todas las estructuras son empotradas en concreto y de acuerdo con las características del terreno y lo indicado en el proyecto pueden ser de los siguientes tipos:

- Zapatas aisladas
- Pilas
- Anclas en roca
- Pilotes

Las actividades necesarias para construir las cimentaciones de las estructuras y son las siguientes:

1. Trazo de cepas
2. Excavaciones o perforaciones en cualquier tipo de terreno
3. Anclajes para cimentaciones en roca
4. Acero de refuerzo
5. Elaboración e instalación de cimbras, incluyendo los materiales necesarios
6. Concreto en cimentaciones
7. Relleno y compactación
8. Instalación de sistemas de tierras
9. Suministro e hincado de pilotes

Antes de iniciar la construcción de las cimentaciones de cada estructura se deben de realizar los estudios necesarios para determinar cual es el tipo de cimentación que se requiere, para lo cual se emplean los estudios de mecánica de suelos proporcionados por la C.F.E. y la colaboración de algún especialista en suelos que corrobore los resultados dados por la Comisión. Además, se realiza un estudio de resistividad del suelo para determinar en sistema de tierras.

Con base en los trabajos de campo y de laboratorio se desarrollan los perfiles estratigráficos del subsuelo donde se dibujarán los resultados de los sondeos efectuados. De esta forma, se analizarán las alternativas de cimentación más convenientes, definiendo la profundidad de desplante; también se analizarán los procedimientos constructivos, recomendando los más convenientes.

#### **4.2.1 Trazo de cepas**

El trazo de las cepas consiste en localizar y marcar en el terreno las zonas de excavación, perforación o barrenación para la construcción de las cimentaciones del proyecto.

Para el trazo de las cepas, se deberá de considerar el eje transversal de la estructura, sea normal el eje de la línea tangente y en el caso de deflexión, el eje transversal de la estructura debe coincidir con la bisectriz del ángulo de deflexión.

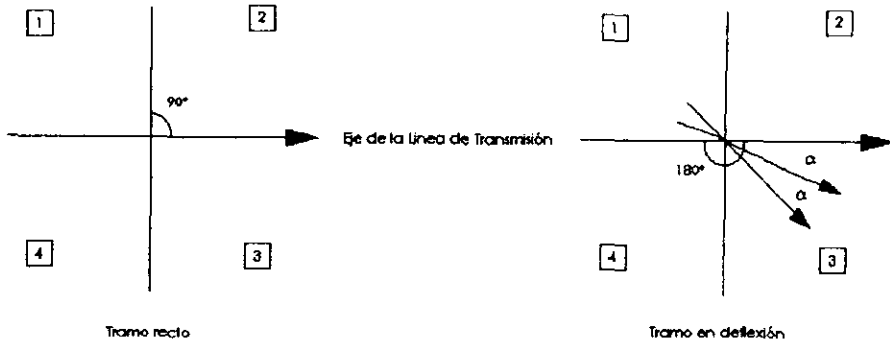


Figura No. 4

Cuando se utilicen torres con retenidas, se instalarán únicamente en los tramos en tangente y para el trazo de sus cepas deberá considerarse que el eje de la Línea sea normal al eje de las dos patas y que las cimentaciones de las retenidas estén en el eje de la Línea.

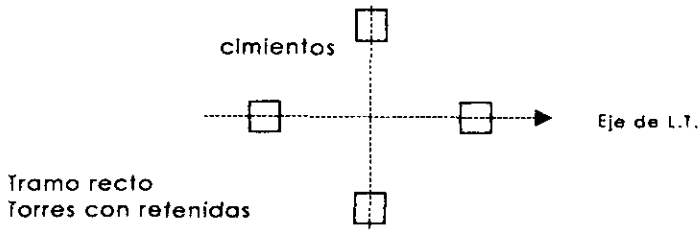


Figura No. 5

El fondo y paredes de las excavaciones deberán quedar formando una superficie limpia de material suelto y/o inestable.

Durante el proceso de excavación del material producto de la misma se podrá depositar alrededor dejando cuando menos 1.0 m libre entre los límites de la excavación con el fin de evitar derrumbes del material al interior de la excavación.

Cuando la inestabilidad del terreno así lo requiera, se tendrán que hacer taludes a las paredes de la excavación.

En ningún caso la profundidad de las excavaciones será menor que la indicada en los planos de proyecto, cuando se tengan terrenos accidentados, se cumplirá este requisito de acuerdo las figuras 1 y 2:

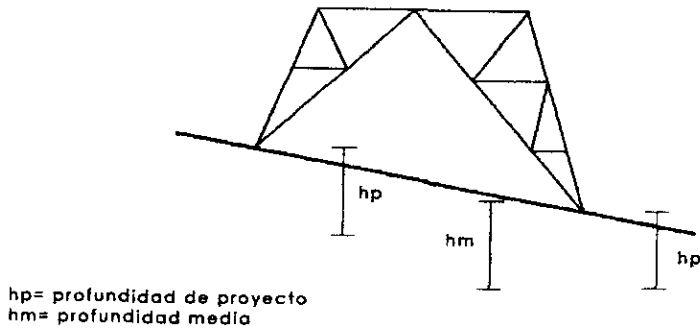


Figura No. 6

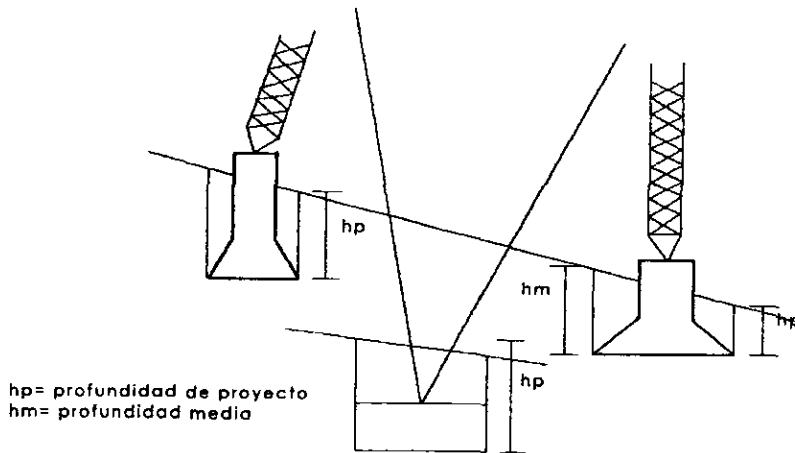


Figura No. 7

Para su ejecución es necesario un topógrafo y dos cadeneros con equipo de topografía. Las dimensiones de las cepas varían de acuerdo al tipo de torre y el tipo de terreno; por lo general oscilan entre 1.80 m y 4.10 m por lado.

#### 4.2.2 Excavación a cielo abierto

Las excavaciones a cielo abierto son las que se efectúan para formar la sección de desplante en las cimentaciones de las estructuras y se ubican de acuerdo a las dimensiones del proyecto.

Se deben de determinar las cantidades y tipos de los materiales a extraer, así como determinar los procedimientos de excavación y perforación a utilizar para lograr una ejecución eficiente de los trabajos, tomando en cuenta los equipos que se emplearán según los tipos de cimentaciones que se requieran en el proyecto: por lo general se emplean retroexcavadoras pequeñas para suelos blandos y martillos y pistolas neumáticas para suelos rocosos

Cuando se autorice el uso de explosivos para ejecutar las excavaciones su uso estará condicionado a evitar el fracturamiento y alteración del terreno natural, más allá de la sección teórica fijada.

La profundidad de excavación oscila entre 2.75 a 4.15 m del nivel teórico de desplante no deberá sobrepasar de las siguientes tolerancias:

- a) Se admitirá una tolerancia de 10 cm en las dimensiones laterales de las cepas para facilitar los trabajos de nivelación y alimentación.
- b) Las excavaciones no sobrepasarán las profundidades teóricas de 5 cm en suelos suaves y medios y 20 cm en suelos rocosos.

Para la realización de las excavaciones se deberá de considerar la existencia de los siguientes tipos de materiales:

- **Material tipo I.** Se entenderá por tal al producto de las excavaciones que se pueda extraer con pala de mano, por ejemplo arcilla y piedra pomex.

- **Material tipo II.** Se entenderá por tal, al producto de las excavaciones que para su extracción requiera el uso de pico y pala de mano, por ejemplo tepetate blando y lajas no compactadas.
- **Material tipo IIA.** Se entenderá por tal, al producto de las excavaciones que contengan boleo y material compactado y que su excavación se requiera el uso de barretas o rompedoras.
- **Material tipo III.** Se entenderá por tal, al producto de las excavaciones que para su extracción se requiera el uso de explosivos por ejemplo tepetate duro, roca fija, lajas compactadas y en general roca maciza.

Se medirá tomando en cuenta el metro cubico con aproximación al centésimo por cada tipo de material, partiendo de las dimensiones indicadas en los planos de proyecto autorizados.

Para dar por terminada la excavación, ya sea en terreno tipo I, II, IIA o III, se verificarán trazos, niveles y acabados, para no tener problemas con la colocación del acero de refuerzo.

En caso de que la profundidad de la excavación sobrepase a la indicada, se deberá rellenar hasta el nivel teórico, garantizando un apoyo seguro para la cimentación de la estructura.

Una vez alcanzada la superficie de desplante, se tenderá una plantilla de concreto pobre empleando materiales inertes libres de impurezas o materiales orgánicos con 200 kg de cemento por  $\text{cm}^3$  con una resistencia de  $100 \text{ kg/cm}^2$ , con el fin de desplantar la cimentación sobre una superficie plana y libre de elementos orgánicos contaminantes.

La compactación de la plantilla se efectuará con herramientas de mano, buscándose la uniformidad en toda su superficie hasta obtener 10 cm de espesor de manera que constituya un apoyo uniforme en la cimentación para evitar asentamientos posteriores.

La unidad de medida será el metro cuadrado de acuerdo a las dimensiones de proyecto con aproximación al centésimo.

Para dar por terminada la excavación se verificarán trazos, niveles y acabados.



**PLANTILLA DE CONCRETO POBRE**

#### **4.2.3 Anclajes para cimentación**

Cuando sea necesario realizar anclajes, estos se instalarán de varillas corrugadas de 1" (25 mm), las cuales se colocarán en barrenos perforados en roca sana, no menores de 2" (51 mm) de diámetro.

El espacio entre ancla y la pared de barreno se rellenará con mortero de cemento y un aditivo espansor para garantizar la adherencia. Para esta actividad se emplea una barrenadora.

#### **4.2.4 Acero de refuerzo para concreto**

Los anclajes se instalarán de varillas de acero corrugadas de alta resistencia que deberán quedar ahogadas en el concreto; las cantidades y diámetros varían de acuerdo a cada tipo de torre y la capacidad de carga del lugar donde se instalará la estructura.

La varilla debe estar libre de óxido, si contiene alguna oxidación se cepillará.

Los ganchos y dobleces se harán manualmente en bancos con escatillones y con las medidas exactas.

Para la colocación del acero de refuerzo se deberán utilizar silietas para las parrillas de las zapatas, separadores, calzas de concreto, alambre recocido, etc., que garanticen la correcta fijación del acero durante la colocación del concreto.

Se podrá cambiar el diámetro de varilla siempre y cuando se cumpla con el área transversal de acero especificado en los planos.

Los ganchos, dobleces, traslapes, limpieza de refuerzos, colocación, espaciamiento de varillas y soldadura, juntas en el refuerzo, refuerzo lateral, refuerzo por contracción y temperatura; así mismo la protección de concreto para el refuerzo deberá cumplir con las normas de publicación más recientes de ACI (American Concret Institute) a menos que se indique otra cosa.

#### **4.2.5 Concreto en cimentaciones**

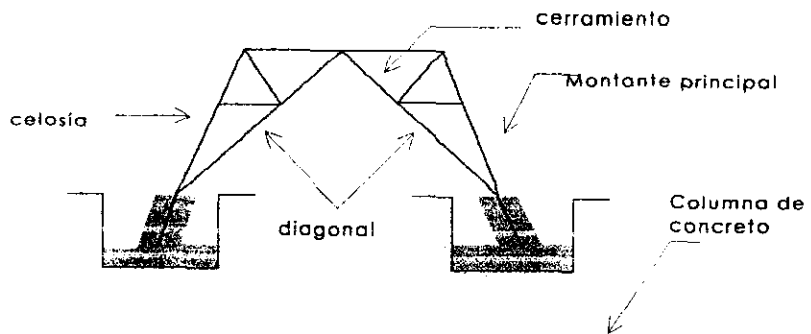
El cimiento de concreto tiene la finalidad de soportar los esfuerzos de tensión y compresión a que estará sometida la estructura.

Las tolerancias permitidas son las siguientes:

- Variación de dimensiones de cimientos en planta: 1/2" (13 mm)
- Variación de desplazamiento o excentricidad en cualquier dirección: 1 1/2" (40 mm).
- Variación del espesor 5% del indicado
- Excentricidad en la base de columnas, vigas, muros y losas: 2 mm
- En el caso de cimientos para estructuras metálicas con retenidas se admitirá tolerancia de: 5 mm entre centro de anclas y 10 mm de desnivel entre columnas.

La zapata y columna varían sus dimensiones de acuerdo al tipo de torre y a la capacidad de carga del terreno.

El concreto a utilizar en las cimentaciones estará constituido por materiales pétreos, cemento, agua y aditivos que se especifiquen en las proporciones adecuadas y que al endurecerse adquiera la resistencia mecánica, durabilidad y características requeridas para la construcción de los cimientos de las estructuras.



**BOTTOM PANEL CON CIMIENTOS DE CONCRETO**

**Figura No. 8**

**A) Concreto**

El concreto que se usa en forma normalizada para todas las torres de cualquier tipo y voltaje debe de ser de  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ .

**B) Cemento**

El cemento puede estar dispuesto a granel o envasados en sacos de papel para su almacenamiento. si el cemento está disponible en sacos, el almacén deberá estar cerrado para evitar su hidratación, no se permiten estibas de más de 14 sacos y se deben colocar los sacos de cemento sobre tarimas de madera de 10 cm.

Las características del cemento portland son la siguientes:

**Tipo I.** Se utiliza en concretos que no estén sujetos al ataque de factores agresivos tales como sulfatos existentes en el suelo y/o agua

**Tipo II.** Se emplea en donde es necesario tomar precauciones contra el ataque moderado de sulfatos como ocurre en las estructuras de drenaje, donde las concentraciones de sulfatos existentes en las aguas freáticas son mayores de lo normal hecho especialmente para climas cálidos.

**Tipo III.** Proporciona resistencias elevadas a edades tempranas normalmente a una semana o dos.

### C) Agua

El agua que se utiliza en la fabricación del concreto debe de ser limpia y estar libre de impurezas. Las impurezas en el agua no solo puede afectar en tiempo de fraguado y la resistencia del concreto sino también puede ser causa de manchado, corrosión del acero de refuerzo, inestabilidad volumétrica y una menor durabilidad.

### D) Agregados pétreos

Las arenas que se utilizan en el concreto pueden ser arenas naturales, arena triturada o una combinación de ambas, debiendo estar constituidas por partículas sanas, puras y resistentes.

La grava es un material que procede de la desintegración natural y abrasión de las rocas o bien por su obtención de conglomerado debidamente cementado, debiendo estar constituida por fragmentos de roca sana, dura y resistente, la dimensión máxima que deberá de tener la grava es de 38 mm (1 ½"). Los bancos tanto de arena como de grava, deber ser estudiados en el laboratorio, tomándose una pequeña muestra para ser realizadas y observar si son buenas para la fabricación de concreto y el mismo laboratorio dará el procedimiento adecuado para un  $f'c=200$  kg/cm<sup>2</sup>.

Para la fabricación del concreto es necesario mezclar sus agregados en una revoladora mecánica diseñada de tal forma que asegure su distribución uniforme de los materiales en la misma.

Sólo se harán revolturas a mano, cuando la importancia del colado o la dificultad en el transporte del equipo al lugar de la obra así lo justifique.

El uso de camiones revolvedores está suspendido a las distancias de recorrido, pues no es conveniente emplear más de 1.5 hora para cemento normal, ni más de 1 hora en caso de que se trate de cemento de resistencia rápida.

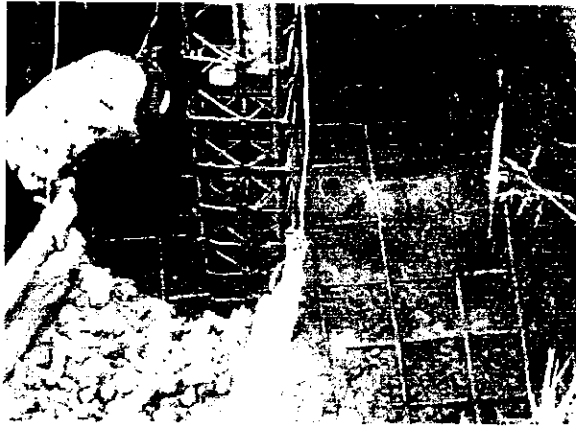
El hecho de ocupar más tiempo podría ocasionar segregación considerable al agregado grueso o pérdida del revenimiento.

El lugar del colado debe estar libre de impurezas, polvos y basuras, perfectamente humedecido, evitando la formación de charcos.

El concreto debe caer lo más cercanamente posible a su sitio definido, tratando de evitar los traspaleos, no acumulando demasiado volumen en un solo lugar.

También es necesario el uso de vibradores mecánicos para hacer una mejor distribución de las capas colocadas y que el concreto penetre a todos los rincones de la cimbra, cubriendo perfectamente el acero de refuerzo.

- Debe evitarse la vibración excesiva o defectuosa que pueda producir una concentración de lechada sobre la superficie y segregación de los agregados pétreos.
- En cualquier tipo de colado es necesario realizar un muestreo del concreto por medio de cilindros para llevarse al laboratorio y así comparar la resistencia obtenida con la especificada y por lo menos deberá resultar una diferencia mayor del 15%.



**COLADO DE CIMENTACION**

#### **4.2.6 Relleno y compactado**

*Se entiende por compactación todo proceso que aumente el peso volumétrico de un material granular. En general, es conveniente compactar un suelo para incrementar su resistencia al esfuerzo cortante, reducir su compresibilidad y hacerlo más impermeable.*

El acomodo de las partículas en el suelo se ha tratado de mejorar, no sólo depende de las características del dispositivo que se use para compactarlo, sino finalmente de la humedad que tiene el material. Si las partículas están secas, la fricción intergranular opone una resistencia mayor al desplazamiento relativo en ellas que si se encuentran lubricadas por una película de agua. por lo contrario, si la masa tiene una humedad elevada, el agua llena vacíos que podrían ser ocupados por partículas en un arreglo más denso, sobre todo en suelos que contienen un alto porcentaje de finos.

*Cuando la excavación sea roca, debe llenarse con el producto mismo, pero utilizando algún material fino para obtener mejor compactación.*

El relleno deberá hacerse en capas de 20 cm, la compactación será con pisón mecánico de compactación o de mano de 11 kg de peso mínimo y con dimensiones máximas de 20x20 cm.

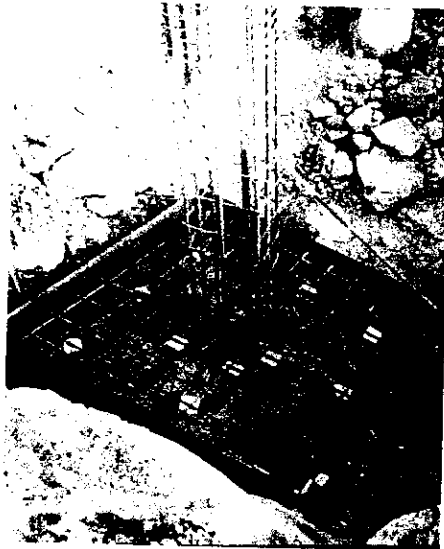
Estos trabajos se ejecutan llevando el control de la humedad en cada capa para obtener mejores resultados.

Se llenará y compactará hasta obtener una compactación al 85% de la "prueba proctor" y dejar nuevamente la excavación perfectamente cubierta.

Efectuar los rellenos utilizando de preferencia el producto extraído de las excavaciones, si es compactable, en el caso de que el terreno no sea compactable se empleará material de bancos de préstamo.

La prueba proctor es la aceptada para determinar las condiciones óptimas de compactación de una tierra en laboratorio; la prueba nos proporciona valores que en general corresponden a los pesos volumétricos máximos que pueden obtener en el campo.

La unidad de medida será el metro cúbico de acuerdo con el volumen teórico que indique el proyecto.



**COLOCACION DE ACERO DE REFVERZO EN CIMENTACION PARA ZAPATAS Y COLUMNAS**

#### 4.2.7 Sistema de tierras

El sistema de tierras para líneas de transmisión consiste en la instalación de antenas y contra antenas a base de alambre o cable, los cuales estarán conectados a las patas de las torres con los conectores apropiados. Cuando con la instalación de antenas no se logre la resistencia a tierra marcada por el proyecto es necesario hincar varillas Copperweld de 5/8" de diámetro por 3 m de longitud en forma vertical y conectarlas a las terminales de las antenas.

En base en el diseño de sistemas de tierra se indicarán las longitudes de las antenas a instalar en cada pata de cada torre, así como el número de varillas que se hincará y la distribución de las mismas.

La resistividad del suelo está en función del tipo de compactación, cantidad de humedad y sales solubles en los estratos por lo que una vez colocadas las mojoneras de las torres de acuerdo al proyecto se tomarán las lecturas de resistividad que nos permitirán establecer que tipo de sistema de tierras se instalará.

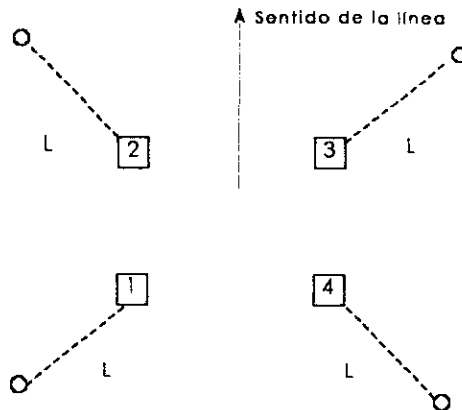
Con base en la ingeniería del sistema de tierras se instalarán las antenas de longitud necesaria en cada pata de cada torre, así como las varillas y en su caso los rellenos de baja resistencia necesarios.

Para la instalación de los sistemas de tierras se tomarán en cuenta las siguientes instrucciones:

- En la instalación del alambre o cable indicado en el proyecto debe hacerse a una profundidad de 0.70 m en terreno cultivable y 0.50 m en terreno no cultivable; procurando que su trayectoria se localice en terreno de baja resistencia.
- El relleno de preferencia se hará con producto de la excavación, a menos que por sus características eléctricas sea necesario sustituirlo por material de las características adecuadas para garantizar una buena conexión a tierra.
- Cuando sea necesario el uso de varillas, estas deberán de colocarse en forma vertical y en caso de sufrir inclinaciones, no deberán de ser mayores de 30°.

Cuando las varillas al ser hincadas, no alcancen la profundidad necesaria por encontrarse en terreno duro o semiduro, se podrán sacar e intentar su colocación en sus inmediaciones (30 a 50 cm), y/o ejecutar una barrenación de 2.5 cm de diámetro por 3 m de longitud, relleno de los huecos con el producto adecuado.

Antes de cubrir el sistema de tierras se harán las verificaciones para comprobar la eficiencia del sistema.



L: Longitud variable del cable  
O: varilla copperweld

NOTAS:

1. El cable debe enferrarse en una zanja de 30 cm de ancho
2. El cable de las contratenas es copperweld No. 2

### INSTALACION TIPO PARA CONEXION A TIERRA

Figura No. 9

4.3 Montaje de estructuras

4.3.1 Elementos que componen la estructura

La torres de sustentación de los cables se encuentran constituidas por los siguientes elementos:

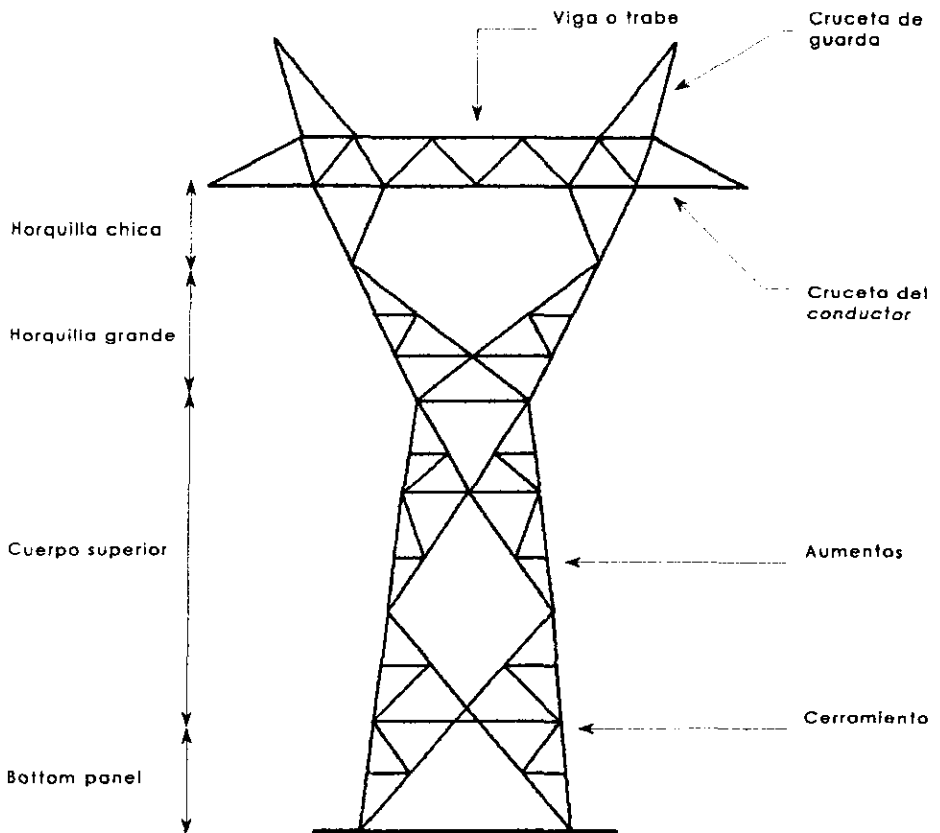


Figura No. 10

### 4.3.2 Armado y nivelado de estructuras

El armado de la base o bottom panel será la unión de piezas por medio de tornillos, tomado como base los planos de montaje y deberá hacerse en el sitio de su instalación y bajarlas al fondo de la excavación con precauciones necesarias para no flexionar sus elementos.

Cada armador con su ayudante tendrá asegurada una pata del bottom panel que se encargará primeramente de seleccionar el fierro correspondiente a su pata, después empezará a armar la cimentación fuera de la excavación, posteriormente se continúa armando la extensión con diagonales y por último los cierres.

El nivelado del bottom panel es de suma importancia ya que es la base de la estructura. Para comenzar a nivelar es necesario revisar que el bottom panel esté completo de sus piezas principales para evitar problemas posteriores, el nivelado básicamente consiste en el ajuste de la estructura en sus distancias diagonales, su alineamiento longitudinal y su nivel. Por lo que es necesario contar con los datos según el tipo de torre y nivel de que se trate; el método más usual y el más práctico es el de suspender el bottom panel por medio de tensores tipo tornillo.

Procedimiento:

1. El topógrafo y su personal colocarán tubos de 4" ó 6" y tensores de 5/8" de diámetro en diagonal con cada excavación unidos los tubos con el montaje por medio de gasas de acero.
2. El topógrafo coloca, centra y nivela su teodolito en la mojonera de la estructura.
3. Posteriormente marca su nivel en los cuatro montantes por la parte interna, partiendo de la muesca como dato conocido que aparece en los montantes por el lado de afuera.
4. Enseguida toma línea de la referencia o estructura que se encuentra atrás y gira hacia la pata 1 para alinearla de 45° si es en tangente, al mismo tiempo la deja a nivel y distancia para que le sirva de base para las otras tres patas.

5. Este proceso continúa apoyándose con los tensores que son los que ayudarán para ir subiendo o bajando la pata según sea el caso, y los tubos para darle alineamiento y distancia a la pata. Esto termina cuando se haga coincidir al 100% lo siguiente:

- a) su distancia diagonal
- b) su alineamiento
- c) su nivel

Para efectos de supervisión las tolerancias permitidas de distancia, nivel y alineamiento son de 5 mm, ya que si la base o bottom panel tiene muy disparados estos resultados hay la posibilidad de que no cierre la torre en la parte que se le denomina la "Internilla".



**NIVELADO DE BOTTOM PANEL**

### 4.3.3 Montaje y revisado de cuerpo superior

#### A) Prearmado del cuerpo superior

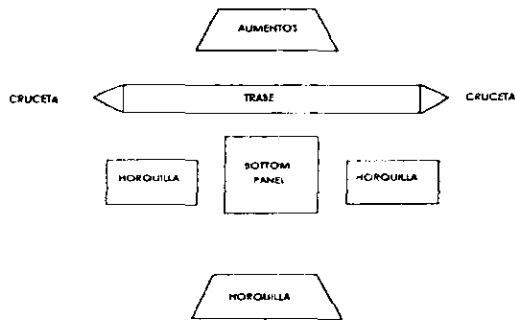
El prearmado se realiza después de que se han terminado los conceptos anteriores, como son: nivelado, relleno y apisonado con el fin de dejar un área despejada para colocar el fierro estructural lo más cerca posible a la estructura.

#### Procedimiento:

1. se procede a nivelar el fierro estructural por cuerpos, es decir, los aumentos, horquilla, trabe, crucetas de conductor y de hilo de guarda.
2. Se coloca el fierro estructural que se seleccionó en el lugar donde se realizaron las maniobras para el montaje.
3. También se seleccionará el tornillo que llevarán todas las uniones entre montantes y celosías, ayudado de los planos de montaje para saber que medidas y que cantidad son necesarias.
4. Se procederá a atornillar las piezas ya seleccionadas donde todos los tornillos llevarán su respectiva rondana de presión y tuerca, contratuerca o palnut según especificación en planos.
5. Toda la tornillería en posición vertical se instalará con tuerca en el lado inferior y los tornillos en posición horizontal, la tuerca quedará hacia el lado exterior de la estructura.

En el proceso de armado y el montaje de la estructura no se permite la colocación de elementos reforzados.

El siguiente esquema muestra la distribución de los cuerpos prearmados alrededor de la base de la torre.



**Figura No. 11**

Las tolerancias para estructuras autotrasportadas se encuentran las siguientes:

- Tolerancia en alineamiento del eje: 10 mm
- Tolerancia admitida en la distancia de los vértices de primer cerramiento al eje de la línea en torre de suspensión: 0-5% de la distancia del desarrollo
- Tolerancia admitiendo en la distancia de los vértices del primer cerramiento a la bisectriz en torre de ángulo: 0.5% de la distancia del proyecto
- Tolerancia en horizontalidad: desviación máxima 5mm
- En el armado y nivelado del cerramiento (Bottom Panel) se permitirá una tolerancia máxima de desnivel de 5 mm

#### B) Montaje del cuerpo superior

El montaje del cuerpo superior es la elevación y colocación de las partes prearmadas en secciones que quedarán en su posición definitiva.

El cabo montador se encarga de dirigir y revisar las maniobras que se hacen para elevar los cuerpos y cuidar la seguridad de los montadores.

Los montadores reciben el cuerpo que toca elevar, una vez colocado el cuerpo, los ayudantes proceden a instalar los rellenos y las celosías.

Los venteros son los que tienen que colocar las retenidas que mantendrán la pluma flotante en la posición adecuada para la maniobra.

Métodos de montaje:

Existen tres métodos de montaje, cada uno se aplica de acuerdo al equipo que se tenga y a las condiciones del lugar.

### **1. Grúa hidráulica**

Este método es usado donde el terreno es plano, el cual no presenta problemas para tener la grúa cerca de la torre, cuando se usa este método el prearmado se hace completo.

### **2. Wincho malacate**

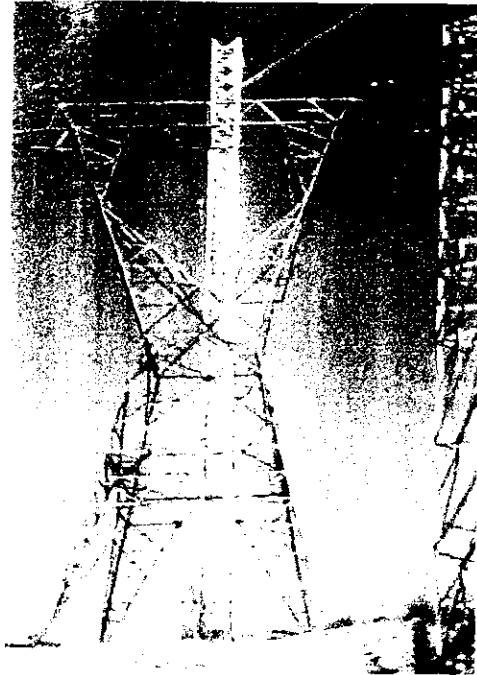
Este método es el más usado, el "Winch" se acopla a un camión de 8 toneladas, que también se usa para el transporte de equipo.

El "Winch" enreda un cable de acero, de aproximadamente 400 m de largo y de 1/2" de diámetro que se acopla a la pluma por medio de poleas y así poder subir los cuerpos. El equipo que se usa es el siguiente:

- 8 carretes de cable de 5/8" de polipropileno de 100 m de largo
- 1 pluma triangular o cuadrada tubular y de módulos o secciones de 4 m para cada sección
- 10 Grilletes de 1/2" de diámetro
- 5 Grilletes de 7/8" de diámetro
- 20 Puntillas de acero (cold- rold de 1.50 m de largo y de 1/2" de diámetro)
- 10 Poleas de maniobra del No. 8 ó 12
- 4 Marros
- 2 Hachas y machetes

### 3. Pieza por pieza

Este método se usa en lugares inaccesibles o donde los caminos de acceso están muy retirados del sitio de la torre y consiste en ir elevando pieza por pieza para formar la estructura, se usan plumas improvisadas de tubo galvanizado de 4 y 6 m de largo, al cual se le acopla una polea y con cable de polipropileno de 5/8" diámetro se van subiendo las piezas hasta montar toda la torre.



**MONTAJE DE TORRE DE 400 KV UTILIZANDO EL METODO DE  
INSTALACION DE PIEZA POR PIEZA**

#### **4.3.4 Vestido de estructuras**

El vestido de estructuras consiste en colocar en los lugares respectivos los herrajes, aisladores y accesorios en general; incluyendo las placas de aviso de peligro y numeración de estructuras de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

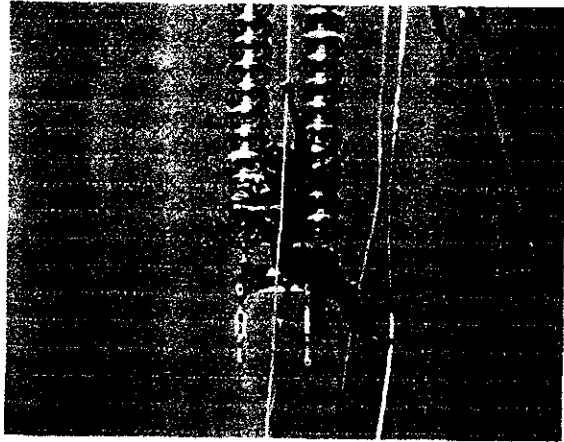
El vestido de estructuras lo efectúa una cuadrilla de personal especializado que va subiendo las cadenas de aisladores una vez que son armadas en el piso, auxiliados por poleas y cable de polipropileno para hacer más fácil la tarea de colocación.

Una vez fijadas las cadenas de aisladores y herrajes se instalan las poleas que son las que servirán para el tendido de los cables conductor y guarda.

Se debe de ejecutar este trabajo con las precauciones necesarias a fin de garantizar el ensamble adecuado de todos los componentes de las cadenas de herrajes y aisladores utilizando el equipo y herramientas apropiadas.

La cantidad de aisladores que se instalarán van a depender del voltaje de la línea y en sí del estudio de coordinación de aislamiento.

No se deben hacer sustituciones de ninguna clase de los materiales, se instalarán exactamente los indicados en el proyecto, cuidando de revisar y limpiar todos los materiales antes de instalarlos.



**VESTIDO DE TORRES CON POLEAS**

#### **4.4 Instalación de cables**

##### **4.4.1 Tendido y fensionado de cable de guarda**

El cable de guarda es un dispositivo que se emplea en Líneas de Transmisión para recibir y transportar las sobretensiones y sobrecorrientes, producidas por descargas atmosféricas, hasta los puntos donde se tendrán conectadas las torres a una red de tierra.

El cable empleado como hilo de guarda en las líneas de transmisión es de acero galvanizado con un diámetro de 3/8" (9.5 mm) y cable de acero con aleación de aluminio calibre 7#8 (Alumowld), este último se utiliza en zonas costeras de alta contaminación ambiental.

Actualmente en todas las Líneas de Transmisión se instalan dos cables de guarda para mayor protección de las obras, éstos se conectan a las puntas más altas de las torres sobre los conductores activos o fases de las Línea, es decir, son hilos soportados paralelamente a los conductores de la Línea, con una colocación a un nivel superior de ellos que sirve como plantilla protectora impidiendo que los rayos caigan

directamente sobre los conductores activos. Además, en la parte alta de las torres se conectan a los hilos de guarda un "cable de tierra" también conocido como cola de rata que sirve para derivar a tierra las ondas de sobre tensión producidas por la descarga y que viajan por los hilos de protección.

Cuando el hilo de guarda recibe el impacto en el punto de unión de la torre o entre dos torres, parte de la corriente del rayo fluye en cada una de las direcciones a lo largo del hilo de guarda y parte se va por la torre o torres más cercanas al punto de la descarga. Ver figura 12.

Se debe de evitar que la descarga o arco salte de los hilos de guarda a los conductores de fase, por lo que en general se adopta una distancia entre conductores de fase e hilo de guarda una altura por lo menos la distancia entre los conductores de fase.

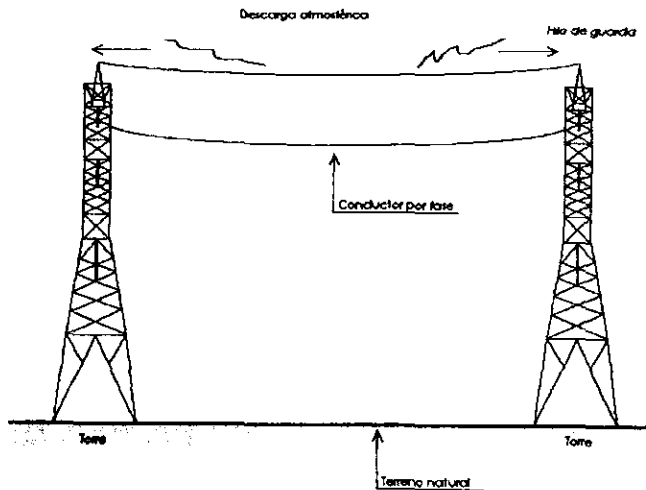


Figura No. 12

**a) Tendido del cable de guarda**

Para el tendido del cable se utilizan poleas de fierro, si se instala cable de acero 3/8" tipo Siemens Martin, en caso de instalar cable Alumoweld, las poleas para el tendido serán de aluminio u otro material suave que no malfrate el cable.

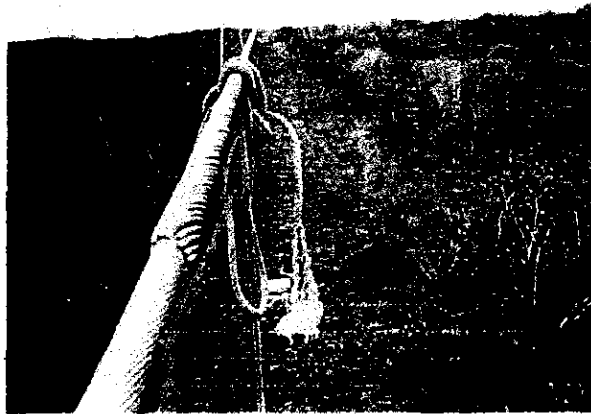
El tendido se puede efectuar ya sea colocando la bobina en el portacarrete "en tierra" o colocándola sobre la plataforma de un camión, si la bobina se coloca en tierra, el tendido se logra jalando el cable por medio de un camión, tractor o con personal. Si se coloca en un camión, al desplazarse éste irá depositando el cable en tierra para posteriormente montarlo en las crucetas de guarda, sosteniéndolo provisionalmente a base de poleas para facilitar las maniobras de tendido y tensionado. Este proceso se efectúa manualmente.

En cualquier método que se efectúe para tender el cable de guarda se cuidará que el cable no se dañe.

Cada bobina contiene una longitud aproximada de 2000 m de cable de guarda, por lo que es necesario empalmar tramos de cable para que su longitud sea lo suficiente para abarcar las dos torres de tensión donde se rematará. La unión de las dos puntas de los cables se efectúa mediante un empalme a compresión. En los cruzamientos de las líneas de transmisión y vías de comunicación no se colocarán empalmes en el claro de cruce y claros adyacentes.



**EMBOBINADO DE CABLE DE GUARDA**



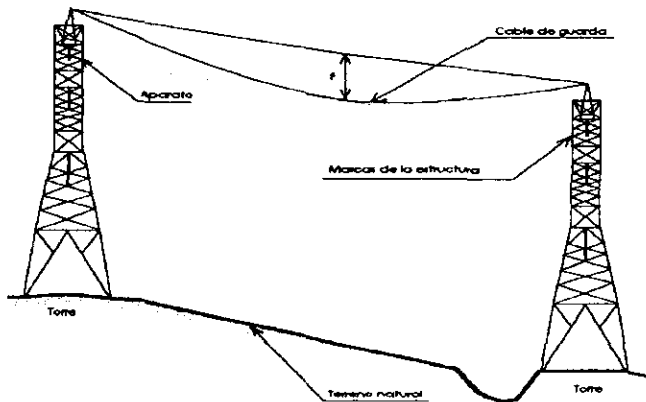
**TENDIDO DE CABLE DE GUARDA CON UNION A COMPRESION**

**b) Tensionado del cable de guarda.**

Para efectuar el tensionado de cable de guarda es necesario contar con una tabla de fechas y tensiones, misma que nos muestra la fecha para cada claro y la tensión que debe existir entre dos torres de remate para varias temperaturas.

El tensionado se realiza con tractor o cualquier medio de tracción, pero también se cuenta con un dinamómetro para verificar el valor de la flecha correspondiente.

Esto se logra escogiendo el claro determinado y marcar en sus torres adyacentes el valor de la flecha que corresponda a partir del punto de la cruceta hacia abajo, en seguida se coloca un aparato de tránsito en una de las marcas para ver la marca de la torre de enfrente y observar si efectivamente la parte más baja del cable se encuentra a ese nivel.



**Figura No. 13**

Después de que se ha tensionado el cable de guarda se deja reposar 24 horas sobre las poleas para después quitarlas y dejar suspendido el cable con clemas que sirven para sujetar dicho cable en forma definitiva.

La unidad de medida es el hilo - kilómetro, considerando la longitud de la línea en proyección horizontal con aproximación al centésimo de kilómetro.

#### 4.4.2 Tendido y tensionado de cable conductor

Todos los elementos primarios que conforman las líneas de transmisión como son cimentaciones, estructuras, herrajes y cables conductores son indispensables para su estabilidad y sin embargo tienen una relevancia especial los cables conductores porque a través de ellos se realiza la transmisión de energía.

Un aspecto que le da importancia a los cables conductores es una Línea de Transmisión en su costo, como se observa en el porcentaje de participación del costo total de los materiales de instalación permanente.

VOLTAJE	CABLE CONDUCTOR	FIERRO ESTRUCTURAL	AISLADORES Y HERRAJES	CABLE DE GUARDA
400 KV-1C	54%	35%	8.5%	2.5%
230 KV-2C	52%	37%	8.5%	2.5%
230 KV-1C	47%	40%	8.5%	4.5%

En una línea de Transmisión durante el proceso de construcción se efectúa supervisión de la calidad de todas las actividades y el cumplimiento de las especificaciones de proyecto, verificándose por personal de operación durante la inspección final para la entrega - reparación. Posteriormente durante la operación de la obra es posible dar mantenimiento con línea energizada a las cimentaciones, sistema de tierra, estructuras, aisladores y herrajes, no así al cable conductor y sus empalmes. De lo que se deduce la gran importancia que tiene para la confiabilidad y vida útil de la línea el asegurar que el cable y sus empalmes han sido colocados adecuadamente en los lugares de sujeción definitiva.

Las tolerancias para el tendido y tensionado del cable de guarda serán:

- a) Se admitirá una tolerancia en variación de flechas indicadas en proyecto de  $\pm 1.5\%$  con límite máximo en valor absoluto de  $\pm 1$  m.
- b) En conductores múltiples se admitirá una tolerancia en la misma fase de  $\pm 25$  mm en flecha.
- c) Entre fases los conductores del mismo claro deben tener la misma flecha y se acepta una tolerancia máxima de 10 mm por cada 100 m de longitud, sin exceder de 50 mm por cualquier longitud de claro.

#### **a)Tendido del cable conductor**

El tendido de cable conductor en las Líneas de Transmisión debe realizarse siempre bajo el procedimiento de tensión mecánica controlada, entendiéndose como tal procedimiento aquel en que el cable conductor no tiene contacto con el suelo, siendo necesario la utilización de los equipos y herramientas especiales descritos con anterioridad.

Después de que se tiene el programa de tendido y tanto los carretes de cable como las máquinas en su lugar correspondientes, se revisa que la máquina traccionadora quede instalada lo más lejos de la última torre sosteniendo el cable piloto.

El cable piloto será puesto en tensión y enseguida se conecta al cable conductor por medio de un cople especial, luego será jalado a una velocidad mínima, cuando la tensión del cable piloto llega al punto en que el operador de la máquina aumenta la velocidad hasta mantener el cable a 3 ó 4 m del piso.

Para tener una ejecución correcta, los operadores de las máquinas deben tener radios de comunicación así como personal de apoyo que se encuentre en el tramo que se está tendiendo por lo deberán estar sincronizados con los operadores para evitar problemas de sobretensiones o bajas tensiones.

Después de tender el cable conductor este se ancla mediante pilones o sobre la última torre si ésta es de deflexión o de remate.

*Control de calidad en el tendido.*

En el control de calidad en el tendido de los cables conductores se requiere realizarlo necesariamente durante el proceso de las actividades, en virtud de la importancia que tiene el instalar el cable sin daños, por tal motivo, es indispensable llevar a cabo una supervisión de los siguientes aspectos del proceso:

Inspección visual de carretes de cable conductor y capas exteriores del cable, así como de los ensambles y herrajes.

Verificar durante la salida del cable conductor de la maquinaria devanadora que el cable no presente ningún hilo dañado y que la presión hidráulica que se tenga en la máquina se necesita para que el cable no arrastre en el terreno en ningún momento.

**b) Tensionado del cable conductor**

El tensionado del cable conductor se realiza en forma similar al tensionado del cable de guarda, con la diferencia de que en este caso la tensión es mayor.

El tensionado se realiza usando el método de la medición directa de flechas, verificando con dinamómetro los datos de acuerdo a la tabla de flechas y tensiones.

Especificaciones que se deben de respetar en el tensionado:

- Normalmente no se deberá tensionar tramos mayores de 300m salvo en casos especiales
- En el tramo que se tense se deberá comprobar las flechas cuando menos en 3 claros
- Se deberá cuidar que el cable conductor no permanezca tendido sobre las poleas sin "cleamar" más de 72 Hrs
- En ningún caso los empalmes quedarán a menos de 20 m de las estructuras
- La distancia no será menor de 450 m y no se permitirá más de un empalme en el mismo conductor por claro
- No se instalarán empalmes o mangos de reparación en los cruzamientos con carreteras principales, ferrocarriles y líneas mayores de 115 kV.

Antes de engrapar o sujetar en forma permanente los conductores se verificarán los libramientos a tierra, tomando como base la siguiente tabla.

TIPO DE PISO Y/O VIA	115 kV [m]	230 kV [m]	400 kV [m]
Vías férreas	10.65	11.90	14.30
Carreteras, calles y caminos	8.55	9.77	12.20
Areas de acceso a peatones	6.70	8.25	10.55
Campos de cultivo	7.00	8.55	10.95

Una vez cumplidas las especificaciones, se procederá al enclumado, que consiste en quitar las poleas de las crucetas y colocar los conjuntos de suspensión y así dejar sujeto el cable conductor en forma definitiva en cada una de las fases correspondientes.



**EMPALME DE CABLE CONDUCTOR ACSR**

#### 4.4.3 Empalmes de los conductores

Los coples o empalmes usados en la actualidad para unir los extremos de los cables conductores son del tipo "Tensado o Comprimido".

Estos coples se fijan con una prensa especial llamada empalmadora. El juego de empalmes consta de una sección de acero (núcleo) que será comprimido abrazando los hilos de acero de los cables por unir mediante unos dados de forma hexagonal y una sección de aluminio que sujeta la parte externa de los cables. (figura 14).

Para evitar fallas por juntas o empalmes mal ejecutados es necesario observar lo siguiente:

Ver el buen funcionamiento y compresión adecuada de las máquinas empotradoras realizando varios empalmes para hacerles pruebas de tensión.

Durante la instalación de los empalmes se deberá evitar que se deformen y si al término del proceso se presenta una curvatura, del empalme, entonces se deberá verificar la colocación de grasa inhibidora (anticorrosivo) en el espacio comprendido entre el núcleo de acero y el tubo de aluminio.

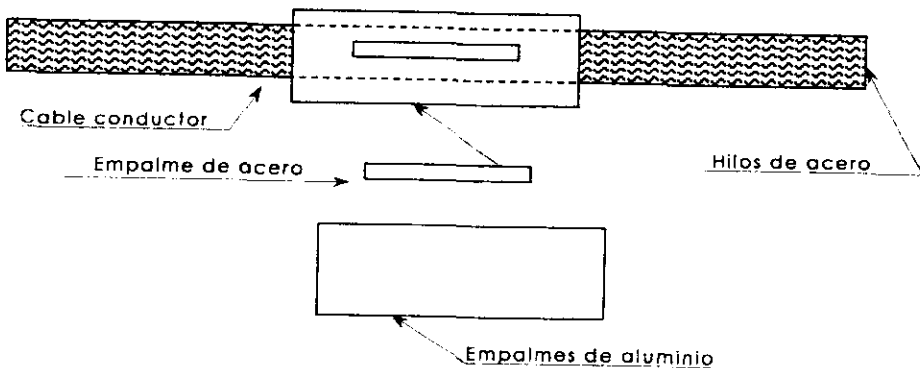


Figura No. 14

#### 4.4.4 Colocación de separadores y amortiguadores

##### a) Colocación de separadores

En las Líneas de Transmisión de conductores múltiples por fase se requiere de unos dispositivos especiales a fin de mantener los conductores a cierta distancia mínima uno del otro, dichos dispositivos se conocen con el nombre de "separadores".

Para la instalación de los separadores es necesario el uso de canastillas, las cuales se desplazan por el cable a través de unas ruedas de hule para no dañar el cable conductor, estas carretillas son movidas desde el piso por medio de un cable de polipropileno, las canastillas son provistas de tacómetro para medir la longitud recorrida sobre el conductor.

Un separador se instala aproximadamente a 20 m de cada torre y los subsiguientes entre centros de 75 m o menos, colocándose en forma simétrica a partir de la longitud del mismo.

##### b) Colocación de los amortiguadores

La instalación de estos dispositivos son indispensables para la protección de las vibraciones producidas por el viento.

La cantidad de amortiguadores por instalar en cada torre se determina después de haber efectuado estudios de vibración a lo largo de la Línea de Transmisión.

La instalación de amortiguadores se realizará a una distancia de 1.50 m del centro de la clema al centro del amortiguador.

Normalmente es suficiente la instalación de dos amortiguadores en cada extremo del claro, excepto en los claros muy largos y vibraciones muy fuertes se colocan cuatro amortiguadores por claro en cada cable.

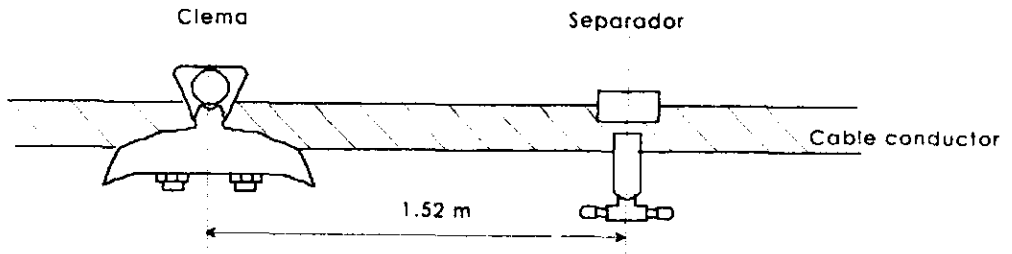


Figura No. 14

#### 4.4.5 Recomendaciones para realizar tendido de cable conductor

Para realizar el tendido del cable conductor bajo tensión mecánica controlada es necesario cumplir con lo siguiente:

- Aplicar algunas técnicas para planeación y ejecución del tendido
- Contar con los accesorios especializados para el manejo del cable
- Disponer de la maquinaria y equipo para tensión mecánica

#### 4.4.6 Técnicas para planeación y ejecución del tendido

Se debe de tener conocimiento a detalle de la trayectoria de la Línea, ubicación de acuerdo al kilómetro de la Línea de obstáculos indicando su altura, cruzamiento con vías de comunicación así como la ubicación de las estructuras de deflexión y remate.

Se debe de inspeccionar en almacén de los herrajes, conjuntos de suspensión y de tensión estado de los carretes de cable conductor y verificación de los números de identificación, peso y longitud de los conductores.

Con los datos anteriores se elabora el Programa de Tendido que básicamente consiste en dar ubicación en la Línea al cable de cada uno de los carretes, ordenando longitudes iguales en las fases, con el objeto de tener los puntos de empalme en los lugares predeterminados que sean accesibles y adecuados a efecto de evitar desperdicios de cable para facilitar y optimizar las maniobras.

En los programas se analiza la ubicación de empalmes con respecto a las estructuras de tensión o anclaje y cruzamiento con Líneas de Distribución, Transmisión o vías de ferrocarril para dar cumplimiento a las especificaciones de Construcción de Líneas.

También se obtienen las longitudes de los tramos para tender de acuerdo a la capacidad del equipo de tendido, la fecha de ejecución de las actividades de transporte de carretes a los bancos en campo, tendido y tensionado, tomando en cuenta la producción promedio que permita la optimización del equipo y accesorios de tendido.

### **Accesorios especializados**

Los accesorios especializados para realizar el tendido de cables varían en sus características y tamaño con relación al diámetro del conductor y número de conductores por fase; en general se pueden señalar los siguientes:

- Poleas con garganta recubierta de neopreno
- Yugo para tendido de conductores múltiples
- Tensor malta o calcetín
- Conector destorcedor
- Tensor tipo quijada
- Tensor tipo tornillo
- Patas de cabra
- Guillotinas
- Radios de comunicación portátiles
- Pilones de concreto

- Portacarretes
- Empalmadoras (compresora, cabezal y dados)

### **Maquinaria y equipos para tendido de cables**

La maquinaria para tendido está integrada generalmente por frenador y malacates accionados por sistemas hidráulicos y éstos a su vez por motores de combustión instalados en remolques o sobre vehículos.

Las características del equipo como potencia, velocidad, manejabilidad, son variables y deben elegirse de acuerdo al tipo de cables, número de conductores a tender y tipo de terreno donde se ubica la Línea de Transmisión.

las funciones de maquinarias son:

#### **PORTACARRETES**

Estos equipos pueden ser fijos o con remolques y su función es soportar los carretes de cable durante el proceso de devanado o tendido, además contarán con un freno regulador de la tensión del cable.

#### **DEVANADORA**

Esta máquina desarrolla la función de obtener una resistencia al cable conductor a la salida del carrete o detener el proceso de tendido frenando completamente la salida del conductor. Deberá ser doble tambor recubierto con neopreno en las superficies donde el cable conductor quede en contacto con la máquina.

#### **REEMBOBINADOR DE CABLE PREPILOTO O MALACATE**

El prepiloto es un cable muy ligero diseñado para tenderse con personal o vehículos; la función del reembobinador es recuperar con tracción el prepiloto que a su vez transportará el cable piloto de acero o cable auxiliar por las poleas de la traccionadora hacia el punto donde se encuentra el conductor (Devanadora) para iniciar el tendido.

El reembobinador puede ser triple, esto es, con tres tambores para alojar los prepilotos de tres fases en forma independiente, o sencillo con un solo tambor de mayor capacidad donde se embobinan tres fases.

## TRACCIONADORA

Esta máquina tiene como función principal transportar sobre las poleas el cable conductor restirando el cable piloto de acero tendido previamente.

El movimiento del cable sobre las poleas se genera con la diferencia de tensión que se presenta entre la devanadora y la traccionadora.

Un equipo convencional consta de traccionadora, devanadora, reembobinador de prepiloto y 4 portacarretes.

La mayoría de los fabricantes de equipos para tendido de los cables clasifican de la siguiente manera:

- Para conductores múltiples (normalmente dos conductores)
- Para un conductor por fase (tensión 4500 lb)
- Para un conductor por fase (tensión 1500 lb)

### **4.4.7 Características de los cables conductores**

En las Líneas de Transmisión el cable que normalmente se instala es el ACSR, (Aluminiun Conductor Steel Reinforced), conductor desnudo de aluminio reforzado con acero; está formado por alambres de aluminio duro colocados en capas concéntricas sobre un núcleo de alambres de acero galvanizado (alma de acero o toron).

#### **Principales ventajas del cable ACSR**

- Se obtienen claros interpostales mayores que para cables de cobre y aluminio debido al refuerzo de acero
- Alta resistencia a la tensión térmica
- Facilidad para el tendido e instalación

A continuación se muestran las principales características de los cables normalizados tipo ACSR.

<b>CALIBRE</b>	<b>No. DE ALAMBRES</b>	<b>DIAMETRO [mm]</b>	<b>PESO [kg/km]</b>	<b>RESISTENCIA [ton]</b>
477 MCM	26/7	21.8/8.0	975	8.73
795 MCM	26/7	28.1/10.4	1629	13.84
900 MCM	54/7	29.5/9.8	1723	14.07
<b>1113 MCM</b>	<b>45/7</b>	<b>32.0/8.0</b>	<b>1867</b>	<b>13.30</b>

#### **4.4.8 Transporte de material con helicóptero**

El uso del helicóptero en la transportación de materiales y equipos se reduce a zonas totalmente inaccesibles y que la construcción de caminos de acceso no es recomendable tanto por los costos como por los tiempos de ejecución.

Con el conocimiento previo de los tramos a construir que requieren el uso de helicóptero para el transporte de los materiales y equipo, se programa el acondicionamiento oportuno de los helipuertos para cada torre y plataformas, así como el abastecimiento de dichas plataformas.

Se recomienda que todos los helipuertos y plataformas sean localizados lo más cercano posible a los viajes de ida y vuelta para realizar movimientos en los tiempos mínimos posibles, optimizando así el costo por tonelada transportada.

Todos los materiales y equipos a transportar deberán ser colocados ordenadamente en las plataformas de carga, formando con ellos paquetes debidamente flejados cuyo peso es debidamente controlado según el tipo de helicóptero que se tenga en uso, con esto se forman grupos en secuencia lógica (base de la torre, cuerpo superior, etc.) para ser enviados al sitio de emplazamiento de una estructura específica.

## **5. ANALISIS FINANCIERO**

### **5.1 ANALISIS**

La evaluación del proyecto de inversión tiene por objetivo conocer su rentabilidad económica y social, de tal manera que asegure resolver la necesidad de esta línea de transmisión en forma eficiente, segura y rentable.

Para tomar la decisión sobre el proyecto es necesario que éste sea sometido al análisis multidisciplinario de diferentes especialistas.

La evaluación de proyecto es la base para decidir sobre si se ejecuta o no y depende en gran medida del criterio adoptado, el cual debe de estar sustentado en una serie de estudios que garanticen que la línea de transmisión es económicamente rentable. Dichos estudios son:

- Estudio de mercado
- Estudio técnico
- Estudio económico
- Evaluación económica

#### **Estudio de mercado**

Consiste básicamente en la determinación y cuantificación de la demanda y de la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización; este estudio es realizado por la Comisión Federal de Electricidad.

#### **Estudio técnico**

Esta parte del estudio puede subdividirse a su vez en cuatro partes, que son: determinación del tamaño de la línea de transmisión, determinación de su localización óptima, ingeniería de proyecto y análisis administrativo.

Este estudio, al igual que los subsecuentes, son realizados por cada uno de los licitantes para poder ofertar la mejor opción a la C.F.E.

### **Estudio económico**

El objetivo de este estudio es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación económica.

Comienza con la evaluación de los costos totales y de la inversión inicial cuya base son los estudios de ingeniería, ya que los costos como la inversión inicial dependen de la tecnología seleccionada. Continúa con la depreciación y amortización de toda la inversión inicial. Otro de sus puntos importantes es el cálculo del capital de trabajo, que, aunque también es parte de la inversión inicial, no está sujeto a depreciación y amortización, dada su naturaleza líquida.

Los aspectos que sirven de base para la siguiente etapa, que es la evaluación económica, son la determinación de la tasa de rendimiento mínima aceptable y el cálculo de los flujos netos efectivos. Ambos, tasa y flujos, se calculan con y sin financiamiento. Los flujos provienen del estado de resultados proyectados para el horizonte del tiempo seleccionado.

### **Evaluación económica**

El estudio de evaluación económica es la parte final de toda la secuencia de análisis de la factibilidad del proyecto, en donde se determinan todos los costos en que se incurrirá en la etapa constructiva, además de que se calcula la inversión necesaria para llevar a cabo la construcción de la línea. Tomando en cuenta que el dinero disminuye su valor real con el paso del tiempo, a una tasa aproximadamente igual al nivel de la inflación vigente, es necesario considerar el cambio del valor real del dinero a través del tiempo.

Con lo anterior se debe de realizar el proyecto de la línea a un costo razonable con un margen de utilidad y además solventando los gastos que se deriven de los financiamientos requeridos para la su ejecución.

El proyecto debe ser atractivo para el inversionista, que se refleja en las ganancias obtenidas por la realización del mismo, pero, no por ello se descarta el factor riesgo, por lo que al seleccionar algún nivel de riesgo se vuelve más difícil especificar la meta de la inversión; esto no significa que el inversionista se negará a correr riesgos, sino que exigirá una compensación por correr dicho riesgo bajo la forma de una mayor utilidad a través de un estudio financiero que se esfuerce por mantener los puntos fuertes y corregir los puntos débiles antes de que causen problemas.

Las consideraciones para el proyecto son las siguientes:

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| ▶ Estructura financiera | 100% deuda                                       |
| ▶ Propiedad de activos  | Fideicomiso / C.F.E.                             |
| ▶ Fuente de ingresos    | Rentas fijas trimestrales                        |
| ▶ Plazo                 | Construcción 2 años<br>Operación 15 años         |
| ▶ Contratos principales | Fideicomiso, Construcción, Fideicomiso Colateral |

#### CARACTERISTICAS

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| ▶ Terminación anticipada | - Precio de adquisición<br>- Fuerza mayor C.F.E.<br>- Incumplimiento C.F.E.<br>- Evento distinto fuerza mayor gubernamental, opción de pago de C.F.E.<br>- Incumplimiento social, compra opcional C.F.E. |
| ▶ Permisos               | - Permisos de construcción, operación y mantenimiento por C.F.E.   |

- ▶ Obligaciones del comprador/ usuario - pago trimestral incondicional con aceptación provisional
- ▶ Penas convencionales - hasta un 20% del costo total de l proyecto
- ▶ Longitud total - 445.5 km
  - Longitud total de 400 kv 402.0 km
    - L.T. Malpaso – km 20 106.0 km
    - L.T. km 20 – Escárcega 296.0 km
  - Longitud total de 230 kv 43.5 km
    - L.T. km 20 - Villahermosa 31.5 km
    - L.T. km 20 – Escárcega 12.0 km

El plan financiero se encuentra constituido por:

- ▶ Colocación de bonos a largo plazo 24 bonos trimestrales
- ▶ Monto aproximado \$105 mdd
- ▶ Plazo de amortización 15 años
- ▶ Período de gracia 2 años
- ▶ Tasa de interés de mercado 6.25% anual
- ▶ Comisión 0.5% por compromiso de saldos no dispuestos
- ▶ Moneda dólares

Se realizaron diferentes tipos de financiamiento como préstamos bancarios, colocación de bonos con crédito puente y colocación de bonos, donde este último fue la alternativa que producía mejores rendimientos al menor costo tanto para el inversionista como para la C.F.E.

Los bonos se ofrecen en una sola colocación y el porcentaje de ésta fue indicada por el gobierno, ya que se busca activar las inversiones nacionales, sin

embargo, se tiene el inconveniente de pagar un interés mayor debido al factor inflacionario.

## **5.2 EVALUACION FINANCIERA**

El análisis financiero de la toda la Línea de Transmisión está conformado por lo siguiente:

- a) Importe del proyecto
- b) Programa de obra
- c) Calendario financiero en dólares con amortización
- d) Flujo de egresos
- e) Pronóstico de crédito para el constructor durante la ejecución de obra
- f) Pronóstico de crédito y amortización para el promotor al finalizar la ejecución de la obra
- g) Flujo de pago de administración de la obra
- h) Gastos bancarios
- i) Integración de ingresos y egresos

Con estas consideraciones se tiene una propuesta en la cual la C.F.E. analiza si es factible las suposiciones realizadas para este análisis financiero y, además, determinando los aspectos más importantes que le interesan como el período de arrendamiento, el inicio de los pagos y el monto de los mismos.

## IMPORTE DEL PROYECTO

CONCEPTO	P.U. (USD)	P.U.(PESOS)	IMPORTE USD	IMPORTE PESOS
<b>TOTAL</b>	<b>2,262,044</b>	<b>21,760,864</b>	<b>105,105,776</b>	<b>1,011,117,564</b>
<b>INGENIERIA</b>			<b>571,139</b>	<b>5,494,355</b>
Diseño Electromecánico	430,716	4,143,490	430,716	4,143,490
Diseño Amortiguamiento	140,423	1,350,865	140,423	1,350,865
<b>SUMINISTROS</b>	<b>286,890</b>	<b>2,759,885</b>	<b>69,618,611</b>	<b>669,731,034</b>
Estructuras	78,500	755,175	19,049,486	183,256,056
Cable conductor 1113	155,132	1,492,373	37,645,441	362,149,145
Cable de Guarda	15,517	149,270	1,743,682	16,774,218
Aisladores	18,054	173,682	6,402,839	61,595,314
Herrajes cable conductor	11,737	112,907	2,848,111	27,398,825
Herrajes cable guarda	244	2,344	58,986	567,441
Amortiguamiento (incluye separadores)	7,706	74,135	1,870,066	17,990,035
<b>OBRA CIVIL</b>	<b>68,386</b>	<b>657,876</b>	<b>16,392,673</b>	<b>157,697,511</b>
Apertura de brecha	2,648	25,473	589,820	5,674,066
Caminos de acceso	4,561	43,874	1,015,905	9,773,005
Localización de estructuras	2,953	28,412	657,879	6,328,794
Cimientos de torres	58,224	560,117	14,129,069	135,921,647
<b>OBRA ELECTROMECANICA</b>	<b>68,297</b>	<b>657,015</b>	<b>16,684,883</b>	<b>160,508,578</b>
Montaje torres	42,718	410,946	10,366,200	99,722,840
Tendido cable guarda	840	8,078	315,296	3,033,144
Tendido cable conductor	18,873	181,553	4,579,726	44,056,963
Amortiguamiento	2,514	24,188	610,144	5,869,586
Sistema de tierra	3,352	32,250	813,518	7,826,045
<b>SUPERVISION Y PUESTA EN OPERACION</b>	<b>1,772,173</b>	<b>17,048,305</b>	<b>1,772,173</b>	<b>17,048,305</b>
Diseño Cimentaciones	702,113	6,754,329	702,113	6,754,329
Supervisión	1,036,519	9,971,312	1,036,519	9,971,312
Puesta en Servicio	33,541	322,664	33,541	322,664
<b>SUMINISTROS CFE</b>	<b>66,298</b>	<b>637,782</b>	<b>66,298</b>	<b>637,782</b>

## PROGRAMA DE OBRA

CONCEPTO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20
<b>INGENIERIA</b>																				
DISEÑO ELECTROMECHANICO																				
DISEÑO DE AMORTIGUAMIENTO																				
<b>SUMINISTROS</b>																				
<b>ESTRUCTURAS</b>																				
CABLE CONDUCTOR 1113																				
CABLE DE GUARDA																				
AISLADORES																				
HERRAJES CABLE CONDUCTOR																				
HERRAJES CABLE DE GUARDA																				
AMORTIGUAMIENTO																				
<b>OBRA CIVIL</b>																				
APAERTURA DE BRECHA																				
CAMINOS DE ACCESO																				
LOCALIZACION DE ESTRUCTURAS																				
CIMENTOS DE TORRES																				
<b>OBRA ELECTROMECHANICA</b>																				
MONTAJE DE TORRES																				
TENDIDO DE CABLE DE GUARDA																				
TENDIDO DE CABLE CONDUCTOR																				
AMORTIGUAMIENTO																				
SISTEMA DE TIERRAS																				
<b>SUPERVISION Y PUESTA EN SERVICIO</b>																				
DISEÑO DE CIMENTACIONES																				
SUPERVISION																				
PUESTA EN SERVICIO																				
<b>SUMINISTROS C.F.E.</b>																				

CALENDARIO FINANCIERO CON AMORTIZACION EN DOLARES

CONCEPTO	IMPORTE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
TOTAL	165,025,771	37,479,381	37,479,381	37,479,381	37,479,381	37,479,381	37,479,381	37,479,381	37,479,381	37,479,381	37,479,381	37,479,381	37,479,381	448,591,144
INGENIERIA	571,314	57,131	57,131	57,131	57,131	57,131	57,131	57,131	57,131	57,131	57,131	57,131	57,131	713,572
SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES	430,719	43,072	43,072	43,072	43,072	43,072	43,072	43,072	43,072	43,072	43,072	43,072	43,072	516,864
ENERGIA DE AMORTIZAMIENTO	140,421	14,042	14,042	14,042	14,042	14,042	14,042	14,042	14,042	14,042	14,042	14,042	14,042	168,506
SUMINISTROS	95,578,111	9,558,111	9,558,111	9,558,111	9,558,111	9,558,111	9,558,111	9,558,111	9,558,111	9,558,111	9,558,111	9,558,111	9,558,111	114,695,733
ESTRUCTURAS	19,049,446	1,904,944	1,904,944	1,904,944	1,904,944	1,904,944	1,904,944	1,904,944	1,904,944	1,904,944	1,904,944	1,904,944	1,904,944	22,859,374
CABLES Y ACCESORIOS	37,645,441	3,764,544	3,764,544	3,764,544	3,764,544	3,764,544	3,764,544	3,764,544	3,764,544	3,764,544	3,764,544	3,764,544	3,764,544	45,174,088
EXP. DE ALBERGIA	2,715,052	271,505	271,505	271,505	271,505	271,505	271,505	271,505	271,505	271,505	271,505	271,505	271,505	3,258,062
ALAMBRES	4,402,339	440,234	440,234	440,234	440,234	440,234	440,234	440,234	440,234	440,234	440,234	440,234	440,234	5,282,811
SERVICIOS DE TRANSMISOR	1,648,111	164,811	164,811	164,811	164,811	164,811	164,811	164,811	164,811	164,811	164,811	164,811	164,811	1,977,633
SERVICIOS DE CABLE DE GUARDA	59,268	5,927	5,927	5,927	5,927	5,927	5,927	5,927	5,927	5,927	5,927	5,927	5,927	71,121
ALUMINIO	1,870,065	187,007	187,007	187,007	187,007	187,007	187,007	187,007	187,007	187,007	187,007	187,007	187,007	2,244,100
OBRA CIVIL	16,352,173	1,635,217	1,635,217	1,635,217	1,635,217	1,635,217	1,635,217	1,635,217	1,635,217	1,635,217	1,635,217	1,635,217	1,635,217	196,225,887
PERFORACION DE PECHE	580,226	58,023	58,023	58,023	58,023	58,023	58,023	58,023	58,023	58,023	58,023	58,023	58,023	696,271
TRABAJOS DE ACERDO	1,053,205	105,321	105,321	105,321	105,321	105,321	105,321	105,321	105,321	105,321	105,321	105,321	105,321	126,353
LOCALIZACION DE ESTACIONES DE TORRES	657,276	65,728	65,728	65,728	65,728	65,728	65,728	65,728	65,728	65,728	65,728	65,728	65,728	788,456
TRABAJOS DE TORRES	14,129,585	1,412,959	1,412,959	1,412,959	1,412,959	1,412,959	1,412,959	1,412,959	1,412,959	1,412,959	1,412,959	1,412,959	1,412,959	170,774,400
OBRA ELECTROTECNICA	19,146,481	1,914,648	1,914,648	1,914,648	1,914,648	1,914,648	1,914,648	1,914,648	1,914,648	1,914,648	1,914,648	1,914,648	1,914,648	230,000,000
TRABAJOS DE TORRES	10,168,700	1,016,870	1,016,870	1,016,870	1,016,870	1,016,870	1,016,870	1,016,870	1,016,870	1,016,870	1,016,870	1,016,870	1,016,870	121,850,000
TRABAJOS DE CABLE DE GUARDA	315,705	31,571	31,571	31,571	31,571	31,571	31,571	31,571	31,571	31,571	31,571	31,571	31,571	380,827
TRABAJOS DE CABLE CONDUCTOR	4,379,776	437,978	437,978	437,978	437,978	437,978	437,978	437,978	437,978	437,978	437,978	437,978	437,978	526,332
TRABAJOS DE TIERRAS	810,144	81,014	81,014	81,014	81,014	81,014	81,014	81,014	81,014	81,014	81,014	81,014	81,014	972,168
SISTEMA DE TIERRAS	851,518	85,152	85,152	85,152	85,152	85,152	85,152	85,152	85,152	85,152	85,152	85,152	85,152	1,017,670
SUPERVISION Y PUESTA EN SERVICIO	1,172,112	117,211	117,211	117,211	117,211	117,211	117,211	117,211	117,211	117,211	117,211	117,211	117,211	1,406,544
DISEÑO DE CIMENTACIONES	702,113	70,211	70,211	70,211	70,211	70,211	70,211	70,211	70,211	70,211	70,211	70,211	70,211	842,544
SUPERVISION	1,034,519	103,452	103,452	103,452	103,452	103,452	103,452	103,452	103,452	103,452	103,452	103,452	103,452	1,241,421
PUESTA EN SERVICIO	22,541	2,254	2,254	2,254	2,254	2,254	2,254	2,254	2,254	2,254	2,254	2,254	2,254	27,295
SUMINISTROS	44,284	4,428	4,428	4,428	4,428	4,428	4,428	4,428	4,428	4,428	4,428	4,428	4,428	53,140



## FLUJO DE EGRESOS EN DOLARES

PERIODO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>INGENIERIA</b>	57,114	128,506	128,506	128,506	128,506								
AMORTIZACION DE ANTIPO		12,851	12,851	12,851	12,851								
EGRESOS	57,114	115,656	115,656	115,656	115,656								
<b>SUMINISTROS</b>	13,923,722				1,219,167	6,931,247	9,483,678	10,460,544	10,675,431	6,968,205	5,084,220	3,366,580	1,505,818
AMORTIZACION DE ANTIPO					243,833	1,386,249	1,896,736	2,092,109	2,135,086	1,393,641	1,016,844	673,316	301,164
EGRESOS	13,923,722				975,334	5,544,998	7,586,942	8,368,435	8,540,345	5,574,564	4,067,376	2,693,264	1,204,654
<b>OBRA CIVIL</b>	1,639,267	59,209	204,426	219,579	237,342	1,352,192	1,201,346	1,118,454	1,132,905	1,005,744	1,005,744	1,260,067	1,231,164
AMORTIZACION DE ANTIPO		5,921	20,443	21,958	23,734	135,219	120,135	111,845	113,291	100,574	100,574	126,007	123,116
EGRESOS	1,639,267	53,288	183,983	197,621	213,607	1,216,972	1,081,212	1,006,608	1,019,615	905,169	905,169	1,134,060	1,108,047
<b>OBRA ELECTROMECANICA</b>	1,668,488							746,366	839,662	1,091,350	1,344,973	1,493,311	1,496,148
AMORTIZACION DE ANTIPO								74,637	83,966	109,135	134,497	149,331	149,615
EGRESOS	1,668,488							671,730	755,696	982,215	1,210,475	1,343,979	1,346,533
<b>SUPERVISION Y PUESTA EN SERVICIO</b>	177,217	204,619	204,619	204,619	204,619	46,643	46,643	46,643	46,643	46,643	46,643	46,643	46,643
AMORTIZACION DE ANTIPO		20,462	20,462	20,462	20,462	4,664	4,664	4,664	4,664	4,664	4,664	4,664	4,664
EGRESOS	177,217	184,157	184,157	184,157	184,157	41,979	41,979	41,979	41,979	41,979	41,979	41,979	41,979
<b>SUMINISTROS C.F.E</b>	13,260		15,911	21,215	15,911								
AMORTIZACION DE ANTIPO			3,182	4,243	3,182								
EGRESOS	13,260		12,729	16,972	12,729								
<b>TOTAL DE LA OBRA</b>	17,479,068	392,334	553,462	573,919	1,806,545	8,330,082	10,731,668	12,372,007	12,694,641	9,111,941	7,481,579	6,166,601	4,279,773
AMORTIZACION	0	39,233	56,937	59,513	304,062	1,526,133	2,021,535	2,283,258	2,337,007	1,608,015	1,256,580	953,318	578,559
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	17,479,068	353,101	496,525	514,406	1,501,483	6,803,949	8,710,133	10,088,752	10,357,634	7,503,927	6,224,999	5,213,283	3,701,214
<b>ACUMULADO</b>	17,479,068	17,832,169	18,328,694	18,843,100	20,344,582	27,148,531	35,858,664	45,947,417	56,306,051	63,808,977	70,033,977	75,247,259	78,948,473
<b>PORCENTAJE DE AVANCE</b>		0.45%	0.63%	0.65%	2.05%	9.46%	12.18%	14.05%	14.41%	10.34%	8.49%	7.00%	4.86%

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	TOTAL
<b>INGENIERIA</b>												<b>514,025</b>
AMORTIZACION DE ANTICIPO												51,402
EGRESOS												519,736
<b>SUMINISTROS</b>												<b>55,694,888</b>
AMORTIZACION DE ANTICIPO												11,138,978
EGRESOS												58,479,633
<b>OBRA CIVIL</b>	1,104,002	1,104,002	864,130	762,970	890,131							<b>14,753,405</b>
AMORTIZACION DE ANTICIPO	110,400	110,400	86,413	76,297	89,013							1,475,341
EGRESOS	993,602	993,602	777,717	686,673	801,118							14,917,332
<b>OBRA ELECTROMECANICA</b>	1,563,910	1,455,935	1,446,783	1,337,836	1,312,210	497,074	438,501	410,308				<b>15,474,348</b>
AMORTIZACION DE ANTICIPO	156,391	145,593	144,678	133,784	131,221	49,707	43,850	41,031				1,547,437
EGRESOS	1,407,519	1,310,341	1,302,104	1,204,053	1,180,989	447,367	394,651	369,278				15,595,419
<b>SUPERVISION Y PUESTA EN SERVICIO</b>	46,643	46,643	46,643	46,643	46,643	55,699	58,718	55,699				<b>1,594,956</b>
AMORTIZACION DE ANTICIPO	4,664	4,664	4,664	4,664	4,664	5,570	5,872	5,570				159,496
EGRESOS	41,979	41,979	41,979	41,979	41,979	50,129	52,846	50,129				1,612,678
<b>SUMINISTROS C.F.E.</b>												<b>53,038</b>
AMORTIZACION DE ANTICIPO												10,608
EGRESOS												55,690
<b>TOTAL DE LA OBRA</b>	2,714,556	2,606,580	2,357,556	2,147,449	2,248,985	552,774	497,219	466,008	0	0	0	<b>88,084,680</b>
AMORTIZACION	271,456	260,658	235,756	214,745	224,898	55,277	49,722	46,601	0	0	0	14,383,261
TOTAL DE EGRESOS	2,443,100	2,345,922	2,121,801	1,932,704	2,024,086	497,496	447,497	419,407	0	0	0	<b>73,701,419</b>
ACUMULADO	81,391,574	83,737,496	85,859,296	87,792,001	89,816,087	90,313,584	90,761,081	91,180,488	91,180,488	91,180,488	91,180,488	
PORCENTAJE DE AVANCE	3.08%	2.96%	2.68%	2.44%	2.55%	0.63%	0.56%	0.53%	0.00%	0.00%	0.00%	<b>100%</b>

**PRONOSTICO DE CREDITO DURANTE LA CONSTRUCCION  
CREDITO AL CONSTRUCTOR**

PERIODO	GENERALES							INTERESES					Suma capital mas interes
	Disposiciones de crédito en pesos	Incremento % de acuerdo al desliz.usd	Disposiciones de crédito en pesos a V.P.	Deslizamiento del dólar mensual	Tipo de cambio	Disposiciones de crédito en dolares	Anticipo para inicio de obra [Usd]	% Avance	Mensuales	Incremento mensual	Total	monto mensual	
0	168,148,638		168,148,638		9.62	17,479,068	17,479,068		0.375%	0.000%	0.375%		17,479,068
1	3,774,254	1.01	3,803,679	0.08	9.70	392,334		0.41%	0.375%	0.001%	0.376%	65,721	65,721
2	5,324,307	1.02	5,407,326	0.08	9.77	553,462		0.59%	0.376%	0.001%	0.377%	67,375	67,375
3	5,521,102	1.02	5,650,233	0.08	9.85	573,919		0.61%	0.377%	0.001%	0.378%	69,646	69,646
4	17,369,344	1.03	17,911,008	0.08	9.92	1,805,545		2.07%	0.378%	0.001%	0.379%	72,005	72,005
5	80,135,387	1.04	83,259,168	0.08	10.00	8,330,082		9.72%	0.379%	0.001%	0.380%	79,056	79,056
6	103,238,642	1.05	108,067,893	0.08	10.07	10,731,668		12.60%	0.380%	0.001%	0.381%	111,002	111,002
7	119,018,711	1.05	125,514,015	0.08	10.15	12,372,007		14.46%	0.381%	0.001%	0.382%	152,288	152,288
8	122,122,450	1.06	129,739,235	0.08	10.22	12,694,641		14.83%	0.382%	0.001%	0.383%	200,072	200,072
9	87,436,590	1.07	93,571,693	0.08	10.30	9,089,043		10.53%	0.383%	0.001%	0.384%	201,833	201,833
10	71,664,393	1.08	77,251,534	0.08	10.37	7,449,521		8.55%	0.384%	0.001%	0.385%	237,352	237,352
11	58,926,186	1.09	63,979,627	0.08	10.45	6,125,383		6.92%	0.385%	0.001%	0.386%	266,723	266,723
12	40,774,903	1.09	44,589,603	0.08	10.52	4,238,555		4.68%	0.386%	0.001%	0.387%	291,119	291,119
13	25,673,458	1.10	28,275,498	0.08	10.60	2,668,759		2.82%	0.387%	0.001%	0.388%	308,317	308,317
14	24,678,788	1.11	27,372,418	0.08	10.67	2,565,363		2.71%	0.388%	0.001%	0.389%	319,493	319,493
15	22,283,179	1.12	24,889,060	0.08	10.75	2,316,339		2.45%	0.389%	0.001%	0.390%	330,320	330,320
16	20,261,949	1.12	22,789,427	0.08	10.82	2,106,232		2.23%	0.390%	0.001%	0.391%	340,223	340,223
17	21,238,723	1.13	24,053,626	0.08	10.90	2,207,767		2.33%	0.391%	0.001%	0.392%	349,350	349,350
18	4,965,228	1.14	5,662,011	0.08	10.97	516,136		0.55%	0.392%	0.001%	0.393%	358,918	358,918
19	4,430,792	1.15	5,087,121	0.08	11.05	460,581		0.49%	0.393%	0.001%	0.394%	361,865	361,865
20	4,130,540	1.16	4,774,595	0.08	11.12	429,370		0.45%	0.394%	0.001%	0.395%	364,602	364,602
21		1.16		0.08	11.20				0.395%	0.001%	0.396%	367,226	367,226
22		1.17		0.08	11.27				0.396%	0.001%	0.397%		0
23		1.18		0.08	11.35				0.397%	0.001%	0.398%		0
24													
<b>SUMAS</b>	<b>1,011,117,564</b>		<b>1,069,797,409</b>			<b>105,105,776</b>	<b>17,479,068</b>	<b>100%</b>				<b>4,914,509</b>	<b>22,393,577</b>

PRONOSTICO DE CREDITO DURANTE LA CONSTRUCCION Y AMORTIZACION DE CREDITO PROMOTOR

PERIODO DE CONST.	PERIODO DE AMORTIZ.	GENERALES				INTERESES				Suma capital más intereses	pagos trimestrales de capital	salidos trimestrales	Mensualidades BONOS	Incremento trimestral BONOS	Feja BONOS	pagos trimestrales de intereses	Saldo final	
		Empleos de crédito en pesos	Incremento de crédito al detalle en pesos	Disposiciones de crédito en pesos a V.P	Desahucio del dólar mensual	Tipo de cambio	Disposiciones de crédito en dólares	Aticido para inicio de obra (en %)	% Avance									Mensualidades
1	1	169,148,638	169,148,638	169,148,638	5.82	17,479,068	17,479,068	0.57%	0.00%	0.57%	17,479,068	0	0	0	0	0	0	0
2	2	3,774,254	3,800,879	3,800,879	0.08	392,324	392,324	0.41%	0.92%	0.52%	483,546	0	0	0	0	0	0	0
3	3	5,324,307	5,407,326	5,407,326	0.08	553,462	553,462	0.59%	0.99%	0.50%	93,438	646,900	0	0	0	0	0	0
4	4	17,769,344	18,211,026	18,211,026	0.08	3,153,919	3,153,919	0.61%	0.57%	0.52%	670,435	0	0	0	0	0	0	0
5	5	80,135,361	83,254,169	83,254,169	0.08	1,865,545	1,865,545	2.07%	0.57%	0.04%	96,712	1,902,257	0	0	0	0	0	0
6	6	103,238,642	108,587,893	108,587,893	0.08	10,330,082	10,330,082	9.72%	0.57%	0.04%	109,396	8,439,478	0	0	0	0	0	0
7	7	119,018,711	125,315,913	125,315,913	0.08	10,731,668	10,731,668	17.60%	0.53%	0.01%	153,480	10,885,151	0	0	0	0	0	0
8	8	122,132,450	129,792,333	129,792,333	0.08	10,486,641	10,486,641	14.46%	0.53%	0.01%	276,252	12,582,434	0	0	0	0	0	0
9	9	87,165,588	92,371,603	92,371,603	0.08	9,096,043	9,096,043	10.53%	0.53%	0.01%	334,035	9,433,078	0	0	0	0	0	0
10	10	51,664,303	54,251,524	54,251,524	0.09	7,448,571	7,448,571	8.55%	0.53%	0.01%	392,832	7,840,433	0	0	0	0	0	0
11	11	58,926,186	63,978,527	63,978,527	0.08	6,125,383	6,125,383	6.99%	0.53%	0.01%	433,297	6,558,675	0	0	0	0	0	0
12	12	40,774,907	44,566,463	44,566,463	0.08	4,048,552	4,048,552	4.68%	0.53%	0.01%	468,744	4,708,300	0	0	0	0	0	0
13	13	24,038,786	26,038,786	26,038,786	0.08	2,272,468	2,272,468	2.82%	0.53%	0.01%	3,159,006	3,070,801	0	0	0	0	0	0
14	14	22,374,418	24,038,786	24,038,786	0.08	1,967,563	1,967,563	2.71%	0.53%	0.01%	505,439	2,036,468	0	0	0	0	0	0
15	15	20,951,876	22,374,418	22,374,418	0.08	1,678,427	1,678,427	2.45%	0.53%	0.01%	520,136	1,836,468	0	0	0	0	0	0
16	16	21,338,223	23,038,786	23,038,786	0.08	1,092,232	1,092,232	2.23%	0.54%	0.01%	533,536	2,639,707	0	0	0	0	0	0
17	17	4,965,228	5,181,396	5,181,396	0.08	2,207,767	2,207,767	2.33%	0.54%	0.01%	545,857	2,755,625	0	0	0	0	0	0
18	18	4,330,752	4,569,071	4,569,071	0.08	1,097,721	1,097,721	0.55%	0.54%	0.01%	558,766	1,074,564	0	0	0	0	0	0
19	19	4,130,440	4,377,638	4,377,638	0.08	1,105,461	1,105,461	0.49%	0.54%	0.01%	562,562	1,023,173	0	0	0	0	0	0
20	20				0.08	1,112,428	1,112,428	0.45%	0.54%	0.01%	566,128	978,478	0	0	0	0	0	0
21	21				0.08	1,120,222	1,120,222	0.45%	0.54%	0.01%	569,488	933,000	0	0	0	0	0	0
22	22				0.08	1,127,117	1,127,117	0.45%	0.54%	0.01%	572,848	887,522	0	0	0	0	0	0
23	23				0.08	1,134,012	1,134,012	0.45%	0.54%	0.01%	576,208	842,044	0	0	0	0	0	0
24	24				0.08	1,142,907	1,142,907	0.45%	0.54%	0.01%	579,568	796,566	0	0	0	0	0	0
25	25				0.08	1,151,802	1,151,802	0.45%	0.54%	0.01%	582,928	751,088	0	0	0	0	0	0
26	26				0.08	1,160,697	1,160,697	0.45%	0.54%	0.01%	586,288	705,610	0	0	0	0	0	0
27	27				0.08	1,169,592	1,169,592	0.45%	0.54%	0.01%	589,648	660,132	0	0	0	0	0	0
28	28				0.08	1,178,487	1,178,487	0.45%	0.54%	0.01%	592,998	614,654	0	0	0	0	0	0
29	29				0.08	1,187,382	1,187,382	0.45%	0.54%	0.01%	596,358	569,176	0	0	0	0	0	0
30	30				0.08	1,196,277	1,196,277	0.45%	0.54%	0.01%	599,718	523,698	0	0	0	0	0	0
31	31				0.08	1,205,172	1,205,172	0.45%	0.54%	0.01%	603,078	478,220	0	0	0	0	0	0
32	32				0.08	1,214,067	1,214,067	0.45%	0.54%	0.01%	606,438	432,742	0	0	0	0	0	0
33	33				0.08	1,222,962	1,222,962	0.45%	0.54%	0.01%	609,798	387,264	0	0	0	0	0	0
34	34				0.08	1,231,857	1,231,857	0.45%	0.54%	0.01%	613,158	341,786	0	0	0	0	0	0
35	35				0.08	1,240,752	1,240,752	0.45%	0.54%	0.01%	616,518	296,308	0	0	0	0	0	0
36	36				0.08	1,249,647	1,249,647	0.45%	0.54%	0.01%	619,878	250,830	0	0	0	0	0	0
37	37				0.08	1,258,542	1,258,542	0.45%	0.54%	0.01%	623,238	205,352	0	0	0	0	0	0
38	38				0.08	1,267,437	1,267,437	0.45%	0.54%	0.01%	626,598	159,874	0	0	0	0	0	0
39	39				0.08	1,276,332	1,276,332	0.45%	0.54%	0.01%	629,958	114,396	0	0	0	0	0	0
40	40				0.08	1,285,227	1,285,227	0.45%	0.54%	0.01%	633,318	68,918	0	0	0	0	0	0
41	41				0.08	1,294,122	1,294,122	0.45%	0.54%	0.01%	636,678	23,440	0	0	0	0	0	0
42	42				0.08	1,303,017	1,303,017	0.45%	0.54%	0.01%	640,038	-22,038	0	0	0	0	0	0
43	43				0.08	1,311,912	1,311,912	0.45%	0.54%	0.01%	643,398	-76,560	0	0	0	0	0	0
44	44				0.08	1,320,807	1,320,807	0.45%	0.54%	0.01%	646,758	-131,082	0	0	0	0	0	0
45	45				0.08	1,329,702	1,329,702	0.45%	0.54%	0.01%	650,118	-185,604	0	0	0	0	0	0
46	46				0.08	1,338,597	1,338,597	0.45%	0.54%	0.01%	653,478	-240,126	0	0	0	0	0	0
47	47				0.08	1,347,492	1,347,492	0.45%	0.54%	0.01%	656,838	-294,648	0	0	0	0	0	0
48	48				0.08	1,356,387	1,356,387	0.45%	0.54%	0.01%	660,198	-349,170	0	0	0	0	0	0
49	49				0.08	1,365,282	1,365,282	0.45%	0.54%	0.01%	663,558	-403,692	0	0	0	0	0	0
50	50				0.08	1,374,177	1,374,177	0.45%	0.54%	0.01%	666,918	-458,214	0	0	0	0	0	0
51	51				0.08	1,383,072	1,383,072	0.45%	0.54%	0.01%	670,278	-512,736	0	0	0	0	0	0
52	52				0.08	1,391,967	1,391,967	0.45%	0.54%	0.01%	673,638	-567,258	0	0	0	0	0	0
53	53				0.08	1,400,862	1,400,862	0.45%	0.54%	0.01%	676,998	-621,780	0	0	0	0	0	0
54	54				0.08	1,409,757	1,409,757	0.45%	0.54%	0.01%	680,358	-676,302	0	0	0	0	0	0
55	55				0.08	1,418,652	1,418,652	0.45%	0.54%	0.01%	683,718	-730,824	0	0	0	0	0	0
56	56				0.08	1,427,547	1,427,547	0.45%	0.54%	0.01%	687,078	-785,346	0	0	0	0	0	0
57	57				0.08	1,436,442	1,436,442	0.45%	0.54%	0.01%	690,438	-839,868	0	0	0	0	0	0
58	58				0.08	1,445,337	1,445,337	0.45%	0.54%	0.01%	693,798	-894,390	0	0	0	0	0	0
59	59				0.08	1,454,232	1,454,232	0.45%	0.54%	0.01%	697,158	-948,912	0	0	0	0	0	0
60	60				0.08	1,463,127	1,463,127	0.45%	0.54%	0.01%	700,518	-1,003,434	0	0	0	0	0	0
61	61				0.08	1,472,022	1,472,022	0.45%	0.54%	0.01%	703,878	-1,057,956	0	0	0	0	0	0
62	62				0.08	1,480,917	1,480,917	0.45%	0.54%	0.01%	707,238	-1,112,478	0	0	0	0	0	0
63	63				0.08	1,489,812	1,489,812	0.45%	0.54%	0.01%	710,598	-1,167,000	0	0	0	0	0	0
64	64				0.08	1,498,707	1,498,707	0.45%	0.54%	0.01%	713,958	-1,221,522	0	0	0	0	0	0
65	65				0.08	1,507,602	1,507,602	0.45%	0.54%	0.01%	717,318	-1,276,044	0	0	0	0	0	0
66	66				0.08	1,516,497	1,516,497	0.45%	0.54%	0.01%	720,678	-1,330,566	0	0	0	0	0	0
67	67				0.08	1,525,392	1,525,392	0.45%	0.54%	0.01%	724,038	-1,385,088	0	0	0	0	0	0
68	68				0.08	1,534,287	1,534,287	0.45%	0.54%	0.01%	727,398	-1,439,610	0	0	0	0	0	0
69	69				0.08	1,543,182	1,543,182	0.45%	0.54%	0.01%	730,758	-1,494,132	0	0	0	0	0	0
70	70				0.08	1,552,077	1,552,077	0.45%	0.54%	0.01%	734,118	-1,548,654	0	0	0	0	0	0
71	71				0.08	1,560,972	1,560,972	0.45%	0.54%	0.01%	737,478	-1,603,176	0	0	0	0	0	0
72	72				0.08	1,569,867	1,569,867	0.45%	0.54%	0.01%	740,838	-1,657,698	0	0	0	0	0	0
73	73				0.08	1,578,762	1,578,762	0.45%	0.54%	0.01%	744,198	-1,712,220						

**FLUJO DE PAGO DE ADMINISTRACION DEL NEGOCIO**

Periodo PERIODO /MES	PAGADO	ACUMULADO		
1	12,513	12,513	Costo total del proyecto	105,105,776 USD
2	12,513	25,025		
3	12,513	37,538	% de administración	1.00%
4	12,513	50,050		
5	12,513	62,563	total	1,051,058 USD
6	12,513	75,076		
7	12,513	87,588	se ejerceran en 84 periodos	
8	12,513	100,101		
9	12,513	112,613		
10	12,513	125,126		
11	12,513	137,639		
12	12,513	150,151		
13	12,513	162,664		
14	12,513	175,176		
15	12,513	187,689		
16	12,513	200,201		
17	12,513	212,714		
18	12,513	225,227		
19	12,513	237,739		
20	12,513	250,252		
21	12,513	262,764		
22	12,513	275,277		
23	12,513	287,790		
24	12,513	300,302		
27	37,538	337,840		
30	37,538	375,378		
33	37,538	412,916		
36	37,538	450,453		
39	37,538	487,991		
42	37,538	525,529		
45	37,538	563,067		
48	37,538	600,604		
51	37,538	638,142		
54	37,538	675,680		
57	37,538	713,218		
60	37,538	750,756		
63	37,538	788,293		
66	37,538	825,831		
69	37,538	863,369		
72	37,538	900,907		
75	37,538	938,444		
78	37,538	975,982		
81	37,538	1,013,520		
84	37,538	1,051,058		

## GASTOS BANCARIOS

Periodo	HONORARIOS			Apertura de Credito	Inspección de obra	Avaluo	TOTAL PESOS	TOTAL DOLARES
	Estudio de Factibilidad	Viabilidad Técnica	% Avance					
0	15,166,763			10,111,176		2,537,905	27,815,844	2,891,460
1		379,169	0.41%		1,011,118		1,390,287	144,520
2			0.59%		1,011,118		1,011,118	105,106
3			0.61%		1,011,118		1,011,118	105,106
4			2.07%		1,011,118		1,011,118	105,106
5			9.72%		1,011,118		1,011,118	105,106
6			12.60%		1,011,118		1,011,118	105,106
7			14.46%		1,011,118		1,011,118	105,106
8			14.83%		1,011,118		1,011,118	105,106
9			10.53%		1,011,118		1,011,118	105,106
10			8.55%		1,011,118		1,011,118	105,106
11			6.92%		1,011,118		1,011,118	105,106
12			4.68%		1,011,118		1,011,118	105,106
13			2.82%		1,011,118		1,011,118	105,106
14			2.71%		1,011,118		1,011,118	105,106
15			2.45%		1,011,118		1,011,118	105,106
16			2.23%		1,011,118		1,011,118	105,106
17			2.33%		1,011,118		1,011,118	105,106
18			0.55%		1,011,118		1,011,118	105,106
19			0.49%		1,011,118		1,011,118	105,106
20			0.45%		1,011,118		1,011,118	105,106
					0		0	0
<b>SUMA</b>	<b>15,166,763</b>	<b>379,169</b>	<b>100%</b>	<b>10,111,176</b>	<b>20,222,351</b>	<b>2,537,905</b>	<b>48,417,366</b>	<b>5,032,990</b>

## Consideraciones:

Monto de la obra en pesos 1,011,117,564

## Anticipos

Honorarios estudio factibilidad	1.50%	15,166,763
Honorarios viabilidad técnica	0.04%	379,169
Apertura de crédito	1.00%	10,111,176
Inspección de obra	2.00%	20,222,351
Avaluo	0.25%	2,537,905

## INTEGRACION DE EGRESOS E INGRESOS

MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

## FLUJO DE EFECTIVO

## EGRESOS

INGENIERIA	57,114	115,656	115,656	115,656	115,656	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMINISTROS	13,923,722	0	0	0	975,334	5,544,996	7,586,942	8,368,435	8,540,345	5,574,564	4,067,376	2,693,264	1,204,654
OBRA CIVIL	1,839,267	53,288	183,983	197,621	213,607	1,216,972	1,081,212	1,006,608	1,019,615	905,169	905,169	1,134,060	1,108,047
OBRA ELECTROMECHANICA	1,668,488	0	0	0	0	0	0	671,730	755,696	982,215	1,210,475	1,343,979	1,346,533
SUPERVISION Y PUESTA EN SERVICIO	177,217	184,157	184,157	184,157	184,157	41,979	41,979	41,979	41,979	41,979	41,979	41,979	41,979
SUMINISTROS C.F.E	13,260	0	12,729	16,972	12,729	0	0	0	0	0	0	0	0
GASTOS BANCARIOS	2,691,460	144,520	105,106	105,106	105,106	105,106	105,106	105,106	105,106	105,106	105,106	105,106	105,106
INTERESES DURANTE LA CONSTRUCCION	0	65,721	67,375	69,846	72,005	79,056	111,002	152,288	200,072	201,833	237,352	266,723	291,119
TOTAL DE EGRESOS	20,370,528	563,342	669,006	689,157	1,678,594	6,988,111	8,926,241	10,346,146	10,662,812	7,810,866	6,567,457	5,585,112	4,097,439
ACUMULADO	20,370,528	20,933,871	21,602,877	22,292,034	23,970,628	30,958,739	39,884,980	50,231,127	60,893,936	68,704,804	75,272,261	80,857,372	84,954,811

## INGRESOS

AMORTIZACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTERESES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE INGRESOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACUMULADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FLUJO DE EFECTIVO	-20,370,528	-563,342	-669,006	-689,157	-1,678,594	-6,988,111	-8,926,241	-10,346,146	-10,662,812	-7,810,866	-6,567,457	-5,585,112	-4,097,439
FLUJO NETO	-20,370,528	-20,933,871	-21,602,877	-22,292,034	-23,970,628	-30,958,739	-39,884,980	-50,231,127	-60,893,936	-68,704,804	-75,272,261	-80,857,372	-84,954,811

## MES

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	27
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

## FLUJO DE EFECTIVO

## EGRESOS

INGENIERIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMINISTROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OBRA CIVIL	993,602	993,602	777,717	696,673	801,116	0	0	0	0	0	0	0	0
OBRA ELECTROMECHANICA	1,407,519	1,310,341	1,302,104	1,204,053	1,180,989	447,367	394,651	369,278	0	0	0	0	0
SUPERVISION Y PUESTA EN SERVICIO	41,979	41,979	41,979	41,979	41,979	50,129	52,846	50,129	0	0	0	0	0
SUMINISTROS C.F.E.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GASTOS BANCARIOS	105,106	105,106	105,106	105,106	105,106	105,106	105,106	105,106	0	0	0	0	0
INTERESES DURANTE LA CONSTRUCCION	308,317	319,493	330,320	340,223	349,350	358,918	361,865	364,602	367,226	0	0	0	0
TOTAL DE EGRESOS	2,856,523	2,770,521	2,557,226	2,378,034	2,478,542	961,520	914,468	889,115	367,226	0	0	0	0
ACUMULADO	87,811,335	90,581,856	93,139,082	95,517,116	97,995,658	98,957,178	99,871,646	100,760,761	101,127,987	101,127,987	101,127,987	101,127,987	101,127,987

## INGRESOS

AMORTIZACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTERESES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,696,892	4,696,892
TOTAL DE INGRESOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,696,892	4,696,892
ACUMULADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,311,058	5,288,708

FLUJO DE EFECTIVO	-2,856,523	-2,770,521	-2,557,226	-2,378,034	-2,478,542	-961,520	-914,468	-889,115	-367,226	0	0	5,311,058	5,288,708
FLUJO NETO	-87,811,335	-90,581,856	-93,139,082	-95,517,116	-97,995,658	-98,957,178	-99,871,646	-100,760,761	-101,127,987	-101,127,987	-101,127,987	-95,816,929	-90,528,220

MES

30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

## FLUJO DE EFECTIVO

## EGRESOS

INGENIERIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMINISTROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OBRA CIVIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OBRA ELECTROMECANICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUPERVISION Y PUESTA EN SERVICIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMINISTROS C.F.E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GASTOS BANCARIOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTERESES DURANTE LA CONSTRUCCION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE EGRESOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACUMULADO	101,127,987	101,127,987	101,127,987	101,127,987	101,127,987	101,127,987	101,127,987	101,127,987	101,127,987	101,127,987	101,127,987	101,127,987	101,127,987

## INGRESOS

AMORTIZACION	4,696,892	4,696,892	4,696,892	4,696,892	4,696,892	4,696,892	4,696,892	4,696,892	4,696,892	4,696,892	4,696,892	4,696,892	4,696,892
INTERESES	569,185	546,272	523,077	499,801	475,842	451,802	427,480	402,876	377,990	352,823	327,373	301,642	275,629
TOTAL DE INGRESOS	5,266,077	5,243,164	5,219,969	5,196,493	5,172,734	5,148,694	5,124,372	5,099,768	5,074,882	5,049,715	5,024,266	4,998,534	4,972,521
ACUMULADO	15,865,844	21,109,008	26,328,977	31,525,470	36,698,204	41,846,898	46,971,270	52,071,039	57,145,921	62,195,636	67,219,901	72,218,436	77,190,957

## FLUJO DE EFECTIVO

FLUJO DE EFECTIVO	5,266,077	5,243,164	5,219,969	5,196,493	5,172,734	5,148,694	5,124,372	5,099,768	5,074,882	5,049,715	5,024,266	4,998,534	4,972,521
FLUJO NETO	-85,262,143	-80,018,979	-74,799,009	-69,602,517	-64,429,782	-59,261,088	-54,156,716	-49,056,948	-43,982,066	-38,932,351	-33,908,085	-28,909,551	-23,937,029

## MES

69	72	75	78	81	84	87	90	93	TOTAL
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-------

## FLUJO DE EFECTIVO

## EGRESOS

INGENIERIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	519.736
SUMINISTROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58.479.633
OBRA CIVIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.917.332
OBRA ELECTROMECANICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.595.419
SUPERVISION Y PUESTA EN SERVICIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.612.678
SUMINISTROS C.F.E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55.690
GASTOS BANCARIOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.032.990
INTERESES DURANTE LA CONSTRUCCION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.914.509
TOTAL DE EGRESOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACUMULADO	101.127.987	101.127.987	101.127.987	101.127.987	101.127.987	101.127.987	101.127.987	101.127.987	101.127.987	101.127.987	0

## INGRESOS

AMORTIZACION	4.696.892	4.696.892	4.696.892	4.696.892	4.696.892	4.696.892	4.696.892	4.696.892	4.696.892	4.696.892	112.725.413
INTERESES	249.335	222.758	195.900	168.759	141.337	113.633	85.648	57.380	28.831	0	8.001.156
TOTAL DE INGRESOS	4.946.227	4.919.650	4.892.792	4.865.652	4.838.230	4.810.526	4.782.540	4.754.273	4.725.723	0	120.726.569
ACUMULADO	82.137.184	87.056.834	91.949.626	96.815.277	101.653.507	106.464.033	111.246.573	116.000.845	120.726.569	0	0

FLUJO DE EFECTIVO	4.946.227	4.919.650	4.892.792	4.865.652	4.838.230	4.810.526	4.782.540	4.754.273	4.725.723	0	120.726.569
FLUJO NETO	-18.990.803	-14.071.152	-9.178.361	-4.312.709	525.520	5.336.046	10.118.586	14.872.859	19.598.582	0	0

## 6. IMPACTO AMBIENTAL

Este proyecto se considera indispensable para proporcionar un suministro efectivo a zonas urbanas, suburbanas y áreas de influencia para el servicio público, industrial y doméstico, que presenta un índice de crecimiento considerable que en breve superará la capacidad instalada existente.

El proyecto no presenta obras adicionales para su ejecución, sin embargo contempla una ampliación gradual de la red eléctrica de distribución urbana a voltajes menores en la medida que se vaya presentando un incremento en la demanda.

La Gerencia de Protección Ambiental de la Comisión Federal de Electricidad es encargada de enviar la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) modalidad General a la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental para su correspondiente evaluación y dictamen en Materia de Impacto Ambiental.

A su vez, la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental solicita a la Dirección General de Vida Silvestre su opinión técnica de la MIA en virtud de que la obra cruza diversos tipos de vegetación ubicados en los Estados de Tabasco, Chiapas y Campeche, tales como:

- copal,
- tular
- tintal
- selva baja conducifolia
- selva mediana subperinnfolia
- selva alta perinnfolia

La Dirección General de Vida Silvestre, emite un dictamen técnico señalando en base al análisis y evaluación de la información su resolución de aceptación o rechazo de la realización de las actividades para el proyecto en los términos manifestados, siempre y cuando se cumpla con la protección y conservación de la vida silvestre.

En la MIA debe de incluirse documentación que acredite que el proyecto a realizarse no interfiere con proyectos programados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Ferrocarriles Nacionales de México, el Instituto Nacional de Antropología e Historia y la Comisión Nacional del Agua, y además que el

proyecto no se encuentre en áreas naturales protegidas de interés para la federación.

La Línea de Transmisión pasa por:

Playa del Rosario (García), Pueblo Nuevo de las Raíces, San Juan del Alto (1ª sección) Chinchonal, (2ª sección), Macuspana, José María Pino Suárez, Buena Vista, Las Campanas, Bajo Tullijá, El Palmar, Bajadas Grandes, Emilio Rabasa, pertenecientes a los municipios de Centro, Jalapa, Macuspana y Emiliano Zapata, Tabasco.

En las cercanías de las localidades: Chinchonal (El Caoba), Playas de Catafajá, Lázaro Cárdenas, Chable, ubicados en los municipios de Catafajá y Palanque, Chiapas.

Cerca de las poblaciones de San Marcos, El Potrero del Llano, Los Tulipanes, El Aguacatal (Chumpan), El Herradero, La Unión, Santa Cruz, El Pensador Tabasqueño, Mamantel (Francisco Villa), 18 de Marzo, km 36 y Escárcega, en los municipios de El Carmen, y Escárcega, Campeche.

La trayectoria propuesta cruzará en un:

- a) 86.69% por donde existe pastizal inducido
- b) 4.75% áreas donde se realizan actividades agrícolas
- c) 4.60% por áreas con vegetación secundaria de selva baja subperennifolia
- d) 2.40% por vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
- e) 1.00% por donde existe popal
- f) 0.93% por áreas con selva mediana subperennifolia
- g) 0.30% por donde se distribuye tintonal
- h) 0.20% por vegetación secundaria de selva alta perennifolia
- i) 0.17% por donde existe tular

La C.F.E. ejecuta, por norma, el pago de las indemnizaciones correspondientes, tanto para las superficies que ocupan las 1069 estructuras a instalar, así como los bienes distintos a las tierras que resulten afectados.

La justa apreciación de los bienes se determina a través de los avalúos practicados por la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales (CABIN) o por instituciones bancarias; los pagos de las indemnizaciones se otorgan directamente a los afectados.

La trayectoria de la línea de transmisión se inicia en el punto de inflexión Línea de Transmisión Peñitas km 20 localizada aproximadamente en las coordenadas 19° 49' de latitud norte y 92° 55' de longitud oeste en el kilómetro 20 de la carretera federal 195, Villahermosa - Teapa en el municipio Centro, Tabasco; su recorrido continúa hacia el noroeste, en la mayor parte es paralela a la carretera federal número 186, tramo Villahermosa -Escárcega.

La selección del sitio se determina conforme a los Criterios Ecológicos (CE-OESE-003/89), que define la selección y preparación de sitios y trayectorias de Líneas de Transmisión de Energía Eléctrica, atenuando así los impactos ambientales sobre los ecosistemas y recursos naturales de la región.

Para la selección del trazo se consideraron los siguientes elementos:

- Principales características físicas
- Uso actual del suelo y situación legal
- Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso de suelo
- Compatibilidad del proyecto con la infraestructura eléctrica existente relacionados con los centros de consumo
- No Interferir con:
  - Proyectos de otras dependencias
  - Areas naturales protegidas
  - Areas con vegetación primaria

La superficie total requerida para:

- a) El total del proyecto desde el punto de vista jurídico considera una longitud de 433.5 km y un ancho de vía de 44 m que será de 1907.4 Ha
- b) Las actividades de desmonte y despalme en el derecho de vía y en las zonas destinadas por los caminos de acceso temporales fuera del derecho de vía para las actividades de patrullaje y maniobras serán de 233.2 Ha
- c) La brecha permanente, sobre el derecho de vía, para las actividades de patrullaje y maniobras será de 173.4 Ha con una longitud de 433.5 km y un ancho de 4 m.
- d) Las 1069 torres de acero de una base de 12 x 12 m será de 15.4 Ha.
- e) Los caminos de acceso temporales fuera del derecho de vía será de 59.76 Ha con una longitud de 149.4 km y un ancho de 4m.

Durante la etapa de construcción del sitio:

- a) La obra no requerirá de apertura de bancos de material y contratación de mano de obra fuera de la región así como tampoco de energía eléctrica.
- b) Serán instaladas temporalmente las oficinas y campamentos para el personal técnico administrativo y los almacenes para equipo y materiales en las subestaciones eléctricas Escárcega, km 20 y Macuspana.
- c) Se requerirá gasolina y diesel para vehículos y maquinaria pesada que serán obtenidos de las estaciones de servicios más cercanas al proyecto
- d) Se requerirá de agua cruda para la elaboración de la cimentación, la cual se obtendrá de estaciones de servicios más cercanas al proyecto
- e) Los residuos sólidos serán recolectados y transportados a los almacenes de la C.F.E. para su venta y reciclaje

Durante la operación y mantenimiento de la obra:

- a) Se realizarán actividades de desmonte selectivo sobre el derecho de vía de la obra
- b) Se efectuarán recorridos para detectar posibles fallas técnicas

La obra tendrá una vida útil permanente.

En la zona del proyecto existen 3 especies amenazadas de flora:

- El jobillo (*Astronium gaviolens*)
- El aricote (*Cordia dodecondra*) y
- El guanokum (*Chrisophyla argentea*)

Y cuatro de fauna silvestre:

- El mono auyador (*Alouatta palliata*), endémica y en peligro de extinción
- El zopilote aura sabanera (*Cathartes buereovianus*)
- El momoto mayor (*Momotus momota*)
- La vibora de cascabel (*Crotalus durissus*), en protección especial

Las actividades de desmonte para el derecho de vía y para los caminos de acceso afectarán:

a) 55,439 ejemplares de 39 especies vegetales tales como:

- *Guasuma guimifolia*
- *Haematoxylum campechanum*
- *Tabebuia rosea*, entre otras

Y de las que se obtendrá un volumen total de aproximado de 15,889.669 m<sup>3</sup> r.t.a., en una superficie máxima de 233.2 Ha

b) 56 ejemplares del jobillo (*Astronium graveolens*), especie considerada como amenazada, y de los cuales se obtendrá un volumen total máximo de 5.56 m<sup>3</sup> r.t.a.

Las actividades de desmote para el derecho de vía y para los caminos de acceso no deben de afectar a las áreas donde se distribuyen ejemplares de las especies amenazadas, tales como:

- El ciricote (*Cordia dodecandra*)
- El guanoKum (*Chrisophta argentea*)

Para poder identificar los desequilibrios ecológicos que dicho proyecto puede ocasionar es necesario realizar un análisis de las distintas actividades que lo componen en función de los factores ambientales presentes y valorar así el grado de afectación de los mismos los cuales deben de encontrarse dentro de los límites y condiciones señaladas en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas. Dichas actividades se mencionan y se analizan a continuación.

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	FACTORES AMBIENTALES
Preparación del sitio a) Desmote b) Excavación	Características físicas y químicas a) Suelo b) Atmósfera
Construcción a) Cimentación de estructuras b) Levantamiento de estructuras c) Tendido y tensionado de cables d) Generación de residuos sólidos	Condiciones biológicas a) Flora b) Fauna
Operación y mantenimiento a) Podas periódicas b) Reparación de fallas por operación	Factores culturales a) Uso de suelo b) Armonía visual c) empleo

**Preparación del sitio**

- a) Desmote

Esta actividad, necesaria para el levantamiento de las estructuras y tendido de cable, que abarca un área de 1907.4 Ha, genera un impacto negativo permanente.

El factor suelo recibirá un impacto adverso poco significativo al quedar la cubierta de suelo expuesta a la mayor penetración solar, radiación que provoca cambios en el perfil de suelo.

Debido a la presencia del hombre, el factor biótico fauna se desplazará a zonas donde no se registre molestia alguna, este impacto será de carácter temporal y poco significativo.

La actividad de desmonte provoca desarmonías visuales en el paisaje, evaluación subjetiva como impacto negativo intermitente debido a las podas periódicas posteriores.

Para la apertura de la brecha forestal se requerirá de la contratación de mano de obra de la localidad, traducido en un impacto positivo de carácter temporal.

#### b) Excavación

Será necesario excavar a cielo abierto un área total de 15.4 Ha correspondiente a la base de las 1069 torres donde se aloja la cimentación; esta actividad ocasionará un impacto negativo de carácter permanente y poco significativo para el factor suelo, debido a que se excavará únicamente en los sitios localizados para las bases de las torres; el mismo material extraído de la excavación se utilizará para rellenar y compactar las bases.

Para el factor atmósfera y el factor fauna será un impacto negativo de carácter temporal, poco significativo por la generación de ruido.

Para la región será un impacto positivo de carácter temporal con la contratación de mano de obra.

### **Construcción**

#### a) Cimentación

La construcción de la cimentación genera un impacto negativo de carácter temporal y poco significativo al factor suelo, ya que la elaboración del concreto será con maquinaria, por lo que sólo presentará contacto con la cepa.

El factor fauna tendrá un impacto negativo de carácter temporal poco significativo debido al uso de maquinaria y presencia del hombre ya que ocasionará la migración de especies a otras zonas por la alteración de su medio.

b) Levantamiento de estructuras

El levantamiento de las estructuras ocasiona un impacto negativo de carácter permanente de manera subjetiva, calificado negativo para el factor paisaje y desarmonía visual al entorno natural, principalmente sobre la flora y las geofomas. A su vez, la presencia de estas estructuras generan de forma indirecta un impacto positivo para el factor fauna, en particular para la aviofauna de presa y de rapiña, pues utilizan potencialmente las torres para descansar, perchar e inclusive anidar.

Debido a la contratación de mano de obra para esta etapa, se produce un impacto positivo de carácter temporal para las localidades de la región.

c) Tendido y tenslonado de cables

Para efectuar la tensión mecánica controlada de los cables en algunos puntos de inflexión será necesario que los vehículos de los portacarretes y sistemas de poleas se salgan del derecho de vía, estas incursiones provocan impactos negativos de carácter temporal y moderadamente significativos a los factores flora y fauna y uso de suelo; la temporalidad se refiere a la autorecuperación vegetal. Aunque esta evaluación no es muy válida para los cultivos en los que pueden resultar impactos permanentes de carácter negativo.

El cableado también genera un impacto positivo directo permanente y poco significativo para el factor fauna, permitiendo a las aves utilizar los cables para perchar y descansar.

Los factores fauna y atmósfera se afectan negativamente y de forma temporal por el aumento de la presencia del hombre y el consecuente ruido de las cuadrillas de trabajo, lo que ocasiona que la fauna del lugar se retire a otras áreas carentes de ruido y seres humanos.

La presencia del cableado también genera un impacto negativo, permanente y subjetivo para el factor paisaje y desarmonía visual.

Al igual que en las etapas anteriores, la contratación de mano de obra local produce un impacto positivo y de carácter temporal.

d) Generación de residuos sólidos

Se tratará únicamente de restos de vegetación producto del desmonte ocasionado en la etapa de preparación del sitio, caminos de acceso y mantenimiento de la obra en las áreas de derribo y aledañas al proyecto, dichos restos se deben de picar, mezclar y esparcir con el fin de facilitar la incorporación de elementos bioquímicos al suelo a través de su proceso natural de biodegradación reduciendo así el impacto negativo de carácter permanente que se presenta en la zona de derecho de vía.

**Operación y mantenimiento**

La conducción de energía eléctrica produce un impacto negativo de carácter permanente y con poco significado al factor atmósfera debido al zumbido que produce el paso de los electrones por el cable conductor; este ruido ocasiona que la aviofauna se retire a lugares más silenciosos, produciendo un impacto negativo. También afecta a las personas cuyas viviendas estén localizadas en un radio de percepción de la vibración electrónica.

ACTIVIDADES DEL PROYECTO										
FACTORES AMBIENTALES		1	2	3	4	5	OPERACION	6	7	
	a	+	+					+		
	b	+	+			+		+	+	+
	c	x				+		+	+	+
	d	+	+			+		+	+	+
	e	+	+			+		+	+	+
	f		x							
	g	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓

**Factores ambientales**

- a Suelo
- b Atmósfera
- c Flora
- d Fauna
- e Uso del suelo
- f Armonía visual
- g Empleo

**Actividades de proyecto**

- 1 Desmante
- 2 Excavación
- 3 Cimentación
- 4 Tendido y tensionado
- 5 Generación de residuos sólidos
- 6 Podas periódicas
- 7 Reparación de fallas por operación

- ⊕ Impacto negativo, poco significativo
- ⊗ Impacto negativo, significativo
- ✓ Impacto positivo

**Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales significativos**

1. Los desmontes deberán de realizarse sujetos a las especificaciones referentes a la brecha forestal del derecho de vía CFE-L000-10, que indica que los cultivos menores de 3.0 m no se afectarán en los claros de líneas y desmontes hasta 0.30 m bajo la torre de transmisión.
2. El desmante se llevará a cabo en forma selectiva, evitando la flora que se encuentre en peligro de extinción.
3. En las localidades de masas forestales relativamente conservadas se recomienda como medida de mitigación al impacto negativo forestal, instalar en los tramos más densos de bosques torres de mayor altura.
4. Para los distintos residuos inorgánicos como pedacería deberán de ser recolectados y transportados a bodegas para su posterior venta y reciclaje.
5. En las diferentes etapas del proyecto, incluidas la operación y el mantenimiento, se recomienda que se nombre un responsable por cada cuadrilla de trabajadores con el fin de vigilar que el personal de campo se abstenga de capturar, cazar o destruir la flora y fauna del sitio.

6. Al término de cada etapa y jornada de trabajo se deberán realizar actividades de limpieza para trasladar los residuos a las zonas destinadas para ello.

De acuerdo con las características descritas para el proyecto así como a que los impactos ambientales previstos durante la operación del sitio, construcción y operación del mismo pueden ser compensados y mitigados en su mayoría, amortiguando sus efectos, se puede considerar la viabilidad de desarrollarse en las áreas propuestas, siempre y cuando se lleve acabo el cumplimiento de las medidas señaladas en la MIA y a los términos condicionantes solicitados por la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental.

La C.F.E. deberá de hacer del conocimiento a la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental de manera previa cualquier eventual modificación a la descrita en la MIA para que con toda oportunidad se determine lo precedente de acuerdo con la legislación ambiental vigente.

Queda estrictamente prohibido desarrollar obras de preparación y construcción distintas a las señaladas en la autorización referentes a los aspectos ambientales de las obras descritas en el proyecto, por lo que es obligación de la C.F.E. tomar y, en su caso, obtener las autorizaciones, concesiones, licencias, permisos y similares que sean requisito para la realización de las obras y operación.

Queda bajo la más estricta responsabilidad de la C.F.E. la validez de los contratos civiles o laborales que se firmen para la operación de la autorización como su cumplimiento y consecuencias legales que corresponderá aplicar a la Secretaría Nacional de Agricultura Recursos Naturales y Pesca y/o a otras autoridades estatales, federales o municipales.

La C.F.E. deberá establecer dentro del contrato para la ejecución del proyecto los mecanismos legales que aseguren que la compañía constructora cumplirá con los términos condicionantes contenidos en el dictamen resolutivo de la MIA, aún cuando el contratista desarrolle la obra bajo los lineamientos técnicos ecológicos, la C.F.E. será la responsable de vigilar y supervisar el exacto cumplimiento de cada uno de ellos.

## 7. CONCLUSIONES

Conocer el proceso evolutivo de la necesidad de la energía eléctrica en nuestro país, nos permite sensibilizarnos acerca de la importancia de su requerimiento, de los recursos con los que se cuenta para ello y la manera de optimizarlos para obtener el máximo beneficio.

La organización del Sistema Eléctrico Nacional, ha permitido mejorar las condiciones de suministro, optimizando así los recursos de generación, tomando en cuenta la demanda de energía, basada en estudios anuales para adecuarse a las condiciones sociales, económicas, tecnológicas y demográficas apegadas a un marco legal, al cual se le han realizado las modificaciones y adiciones necesarias conjuntas con estas necesidades.

Para poder satisfacer la creciente demanda de generación y suministro de energía eléctrica, el gobierno, como plan estratégico, impulsa la participación de la iniciativa privada en el desarrollo de proyectos, tanto en el diseño como en la construcción. A fin de realizar dichos proyectos, cumpliendo con la calidad requerida al menor costo posible, la iniciativa privada tiene la responsabilidad de realizar sus propuestas siguiendo los lineamientos establecidos en las legislaciones de generación, transmisión, diseño y construcción en materia de energía eléctrica e impacto ambiental.

Por lo anterior, el gobierno tiene como garantía que la ejecución de la obra se llevará a cabo en períodos más cortos, ya que los particulares cuentan con mayores facilidades de recursos e innovaciones tecnológicas, optimizando metodologías de construcción, equipos, materiales y tiempos, traduciéndose en menores costos y además reduciendo el tiempo de inicio de operación de la obra.

Dentro del campo de la planeación financiera, los avances, con el apoyo del desarrollo de la informática, han sido notables, lo cual obliga a exigir que los métodos de construcción física de la obra se impongan un ritmo y niveles de calidad similares y con tendencia a lo proyectado financieramente con el fin de que la obra, como vía de beneficio comercial y social, cumplan los objetivos.

En relación a lo anterior, el análisis financiero que aquí se ha presentado, queda claro que es sujeto a una cantidad innumerable de factores que deben ser escrupulosamente atendidos, sobre todo por quien tenga la responsabilidad de la parte financiera del proyecto, esperando en lo sucesivo corresponda a la parte técnica del proyecto cumpliendo con tiempos, calidad y costo, procurando observar todos y cada uno de los factores que haya tomado en consideración el analista inicial, con objeto de que este proyecto de inversión resulte lo más apegado posible a lo esperado.

Toda vez que la empresa se ha impuesto el cuidado de aglutinar y hacer compatibles los factores económicos, técnicos, jurídicos, etc, cabe ubicar el contexto social de la región, en donde se construirá, tomando en cuenta asuntos adicionales y decisivos como es el escenario político y social que se presenta en el lugar, y la forma en que estadísticamente hayan venido influyendo sobre la industria de la construcción; al respecto, actualmente es conocido en el medio las consideraciones políticas en que se esta gestando un posible cambio para la generación de energía y en particular las dirigidas al sector eléctrico.

Por lo anterior, me parece necesario precisar que el desarrollo de este trabajo se encuentra fundamentado en los esquemas generales vigentes y previos a que se presenten decisiones que orientarán a la toma de nuevas decisiones a un sector importante de la rama de la construcción.

Al ser finalmente la labor de la industria de la construcción, un proceso que tiene como fin integral el bienestar social, es evidente el cuidado y conservación, que como lo he procurado contemplar en este trabajo, deba hacerse del entorno ambiental lo cual no sugiere evitar cualquier mera apariencia promocional e inclinarse hacia un compromiso profundo y profesional, con un nivel de calidad en los resultados que corresponda con las responsabilidades de esta profesión.

Al asumir mi compromiso de desarrollar una carrera profesional, y finalmente la tesis que aquí presento, me ha motivado en todo momento un contenido personal y social que me ha permitido apreciar a esta institución, que es la U.N.A.M., y más aún a la Facultad de Ingeniería, como el recinto donde habría de incorporar nuevas capacidades y cualidades sociales y profesionales; he reconocido luego de este trabajo, que los caminos no se convierten en algo accesible en tanto que las diversas instituciones que confluyen en este tipo de trabajos no retomen el compromiso profesional que manifestaron en cualquier ocasión públicamente, y al ser lo anterior algo no muy fácil de encontrar en el ejercicio laboral, he asumido el siguiente punto de vista respecto al contexto que se desarrollaría, no sólo este ejercicio de tesis, sino el de otros trabajos posteriores.

El proyecto llamado "Línea de Transmisión Malpaso - Villahermosa - Escárcega" que me ha correspondido analizar, está contemplado como una obra de desarrollo de entre miles que diariamente se plantean, concursan y ejecutan en el crecimiento de la Infraestructura del país, en mi opinión, considero conveniente señalar que no han adquirido la misma velocidad de modernización como ha sido las fases de planeación de las distintas obras, es decir, a través de décadas las formas técnicas de construir no resultan tan distintas unas de otras, con materiales similares, *mano de obra* con hábitos de trabajos heredados, la misma herramienta, salvo ligeras variantes, en fin, la manera de efectuar o el método de la construcción de una obra a otra se repite frecuentemente. Lo anterior no es negativo si se consideran, en todo caso, que en diversas ocasiones ciertos estilos de construir han favorecido la vida útil de las obras, y en muchos casos las economías de las mismas, sin embargo, en mi opinión, resulta conveniente seguir fomentando los programas de laboratorios, investigaciones de materiales, controles de calidad, eficiencia de equipos y herramientas, incluso analizar la psicología del trabajador, punto cuyo estudio no es suficientemente explorado en el campo de la construcción.

Por otra parte, dentro del campo de la planeación financiera, los avances, con el apoyo del desarrollo de la informática, han sido notables, lo cual haría suponer que las perspectivas de los proyectos teóricamente esperen se vieran cumplidos siempre y cuando los métodos de construcción física sean exigidos a imponerse un ritmo y nivel de calidad idóneos y compatibles, en su mayor medida a la expectativa del programa teórico.

A manera de ejemplo, el análisis financiero que aquí se ha presentado, queda sujeto a una innumerable cantidad de factores que deben ser escrupulosamente atendidos por quien tenga bajo su responsabilidad el programa financiero, resultaría como mínimo deseable, que la parte técnica concientice al máximo posible a las cuadrillas ejecutoras de la obra de la forma en que se debe ser igualmente cuidadosos en procurar absorber todos y cada uno de los factores que consideró el analista con objeto de que este proyecto de inversión resulte lo más fiel posible a lo esperado.

Toda vez que la empresa se ha impuesto el cuidado de aglutinar y hacer compatibles los factores económicos, técnicos, jurídicos, etc, derivados de su quehacer, cabe ubicar el *contexto general, tomando en cuenta un factor adicional y definitorio* como es el escenario político en el que se desarrolle la industria de la construcción: por lo demás, actualmente se conocida la actividad política y social en la que se está gestando una posible transición de las condiciones de la generación de energía, y en particular, las dirigidas al sector eléctrico. Por lo anterior, me parece oportuno precisar que el desarrollo de mi trabajo *se encuentra fundamentado en los esquemas vigentes* previamente a que se presenten estos sucesos.

Al ser finalmente la labor de la industria de la construcción, el proceso que dé como resultado el bienestar social, es obvio el cuidado y conservación que, como lo he mencionado en este trabajo, deba hacerse del entorno ambiental lo cual no consiste en una mera apariencia promocional, sino en un compromiso profundo e innato a la calidad y nivel que corresponda y distinga a cada profesionista de entre los demás.

## APENDICE

### **Plantas hidroeléctricas**

Son aquellas que aprovechan la energía hidráulica de un río y la transforma en energía eléctrica.

### **Plantas termoeléctricas convencionales**

Son aquellas que aprovechando la energía calorífica contenida en el vapor, producido por caldera, pone en movimiento una máquina de vapor, generalmente una turbina, para que a su vez haga girar un alternador y producir energía eléctrica.

### **Plantas geotérmicas**

Son aquellas que utilizan vapor natural, esto es, del subsuelo, para alimentar a las turbinas de vapor que mueven a los generadores eléctricos.

### **Plantas de reactor nuclear**

Son aquellas que aprovechan el fenómeno de reacción nuclear (generalmente fisión) para generar calor, el cual es aprovechado en la producción de vapor y con este, siguiendo un proceso similar de las termoeléctricas convencionales, producir energía eléctrica, por medio de una máquina de combustión externa normalmente una turbina.

### **Plantas turbogas**

Son aquellas que aprovechan aire caliente (energía calorífica) para mover una turbina (de gas) que a su vez está acoplada a los generadores eléctricos.

### **Plantas de ciclo combinado**

Son aquellas en donde se utilizan combinaciones de turbina de gas y de turbina de vapor para la generación eléctrica.

### **Plantas de combustión interna**

- Son aquellas que convierten la *energía mecánica, suministrada por un motor de combustión interna*, en energía eléctrica

### **Subestaciones eléctricas**

1. Se puede definir como el conjunto de máquinas, aparatos y circuitos que tienen la función de modificar los parámetros de la potencia eléctrica (tensión y corriente) y de permitir el suministro de la misma al sistema y líneas de transmisión existentes.

### **Fuentes primarias de energía eléctrica**

Los combustibles clásicos, tales como el carbón, lignita, turba, petróleo, gas natural, que cubren actualmente la mayor parte de la producción de energía eléctrica en el mundo. Estos combustibles son relativamente fáciles de almacenar (excepto el gas).

Los combustibles nucleares extraídos de los minerales de uranio y de torio. Son muy fáciles de transportar y almacenar en vista de su pequeño volumen, pero implican la construcción de grandes centrales de 0.1 a 1 GW.

La energía hidráulica, que cubre aproximadamente un cuarto de la producción de energía eléctrica en el mundo. Sólo está disponible en ciertas regiones privilegiadas y se puede almacenar en una presa, pero no se le puede transportar a grandes distancias.

Otras fuentes naturales, tales como la madera, las energías geotérmicas y eólica, las mareas, el gas de la quema de basura, sólo se podría aprovechar localmente.

La radiación solar podría tener una función importante para la obtención de energía controlada. Sin embargo, la extensión y el costo de los captadores solares y de los sistemas de almacenamiento indispensables hacen de ella, por el momento, una de las fuentes más costosas de energía.

Si se alcanza a dominar la fusión nuclear, podrá constituir una fuente de energía prácticamente ilimitada en cuanto a potencia y distribución. Requerirá ciertamente de unidades de producción de muchos WG e inversiones a escala internacional.

### Fundamentos

**Intensidad.** El término intensidad y también de corriente se emplea para expresar el flujo o paso de la electricidad. En el caso de un flujo constante, la intensidad es la cantidad de electricidad que pasa por un punto dado durante un segundo. La magnitud de la intensidad depende, no sólo de la fuerza electromotriz, sino también de la naturaleza y de las dimensiones del camino recorrido por la electricidad.

**Ley de Ohm.** Se expresa diciendo que la intensidad de la corriente es directamente proporcional a la fuerza electromotriz, e inversamente proporcional a la resistencia del circuito. Por la adopción de las unidades adecuadas, esta ley puede escribirse así:

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{fuerza electromotriz}}{\text{resistencia}} ; I = \frac{V}{R}$$

Las unidades comerciales para estas magnitudes son:

Intensidad (I).- el amperio (A)

Fuerza electromotriz (V).- el voltio (V)

Resistencia (R).- el ohmio ( $\Omega$ )

$$\frac{\text{vatios} \times \text{horas}}{1000} = \text{kWh}$$

### Unidades comerciales

La unidad comercial de intensidad es el *amperio*, que aproximadamente, es igual a 1/10 de la unidad absoluta.

La unidad comercial de diferencia de potencial es el *vatio*, equivalente a  $100,000,000 = 10^8$  unidades absolutas.

La unidad absoluta de *resistencia* es aquella por la cual fluye una corriente de intensidad 1 A al existir entre sus extremos la diferencia de potencial 1 V.

El *ohmio* es prácticamente  $10^9$  unidades absolutas.

El *amperio* corresponde a la intensidad de una corriente constante que al circular a través de una solución acuosa de nitrato de plata deposita 0.001118 gramos de plata por segundo.

El *ohmio* está definido por la resistencia que ofrece al paso de la corriente una columna de mercurio de 106.3 cm de longitud a la temperatura de fusión del hielo, que con sección transversal constante, pesa 14.4521 gramos.

El *voltio* queda determinado por las anteriores definiciones del amperio y el ohmio; es la diferencia de potencial que establece una corriente de un amperio en una resistencia de un ohmio.

El *vatio*. La potencia de una corriente se expresa en vatios y es igual al producto en vatios x amperios. En los circuitos de corriente alterna esto es correcto únicamente para los valores instantáneos de la fuerza electromotriz y de la intensidad.

El *kilovatio - hora* es la unidad comercial de energía o trabajo eléctrico (kWh).

### Tarifas y costos

El costo de la energía eléctrica depende de dos partidas principales que son:

1. El capital de instalación de todo lo necesario para la generación y distribución de la electricidad, mas los gastos generales que no dependen de la cantidad de energía consumida por los abonados.
2. El costo efectivo de la unidad de energía generada y transmitida al consumidor.

---

**BIBLIOGRAFIA**

1. Informe anual 1996. Comisión Federal de Electricidad. México 1997
2. Proyectos de Líneas de Transmisión. Comisión Federal de Electricidad. México 1996
3. Bases de Licitación para la Línea de Transmisión Malpaso Villahermosa Escárcega. Comisión Federal de Electricidad. Unidad de construcción y precios unitarios. México 1996
4. Prospectiva del Sector Eléctrico 1997 - 2006. Secretaría de Energía. México 1997
5. El sector Energético en México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Edición 1996
6. Análisis Estadístico del Estado de Chiapas. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Edición 1997
7. Análisis Estadístico del Estado de Villahermosa. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Edición 1997
8. Análisis Estadístico del Estado de Campeche. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Edición 1997
9. Antonio Alonso Concheiro, et al. Alternativas Energéticas. México 1985. Fondo de Cultura Económica S.A. de C.V.
10. Frederick T. Morse. Centrales Eléctricas. México 1980. Compañía Editorial Continental 3ª edición

11. E. Santo Totess. Centrales Eléctricas. Editorial Gustavo Gili. México 1991
12. González Apaolaza, Raúl. Plantas Eléctricas. México 1974. Trillas.
13. Enriquez Harper, Gilberto. Elementos de Centrales Eléctricas I, Hidroeléctricas, termoeléctricas y nucleares. México 1995. Limusa
14. Enriquez Harper, Gilberto. Elementos de Centrales Eléctricas II, Generadores, excitadores, gobernadores y subestaciones. México 1995. Limusa
15. Auguent, Michel, et al. Energía Eléctrica. México 1988. Limusa
16. Eaton, Robert J. Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica. España 1973 Editorial Prentice- Hall International
17. Melloy E. Vademecum de Electricidad, edición especial para conductores eléctricos PYCSA. México 1960. Editorial Reverté, S.A. de C.V. 13ª edición
18. Roadstrum H. William, et al. Introducción a la Ingeniería Eléctrica. México 1987. Editorial Haria
19. Taylor A, George. Ingeniería Económica. México 1991. Limusa, 2ª edición
20. Baca Urbina, Gabriel. Fundamentos de Ingeniería Económica. México.1994 Mc Graw Hill. 3ª edición
21. Baca Urbina, Gabriel. Evaluación de proyectos. México.1995 Mc Graw Hill.