

# Instituto Tecnológico de Morelia

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION**

Programa de Graduados e Investigación en Ingeniería Eléctrica

## **DISEÑO DE TARIFAS PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO**

### **T E S I S**

Que para obtener el grado de

## **MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA ELÉCTRICA**

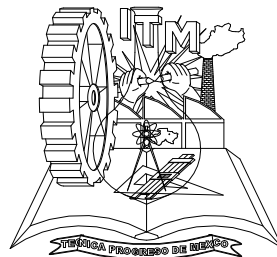
Presenta

**Alejandro Adame Ramírez**

Director de Tesis

**Dr. José Horacio Tovar Hernández**

Morelia, Michoacán, Agosto 2011



Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica



Dirección General de Educación Superior Tecnológica

En esta tesis se presenta una propuesta alternativa para determinar las tarifas que rigen la prestación del servicio de distribución de la energía eléctrica con base en un estudio de dos etapas que se complementan y están basadas en una regulación por costo de servicio, la cual tiene el fin de inducir a la eficiencia económica mediante la simulación de competencia en un ambiente monopolizado, como lo es, el sector de la distribución eléctrica.

En la primera etapa del análisis tarifario, se diseñan las tarifas basadas en la teoría del costo marginal de largo plazo y se analiza el comportamiento de las distintas clases de usuarios, con esto se envían señales de estímulo a la eficiencia económica, proporcionando a los diferentes participantes del sector, información precisa sobre el impacto de sus acciones en los costos de suministro. En la segunda etapa se determina el nivel tarifario con base en los costos contables de la distribuidora, con la finalidad de dar la sostenibilidad financiera a la empresa y continúe operando dentro de su área concesionada y otorgando el servicio dentro de estándares adecuados de calidad y confiabilidad.

Por último, la metodología tarifaria es implantada teóricamente en las divisiones de distribución: Valle de México Centro, Valle de México Norte y Valle de México Sur que opera la *CFE* en el área central de la República Mexicana, las cuales, presentan características muy interesantes a ser evaluadas desde un punto de vista tarifario, como son la alta densidad de carga y la gran cantidad y diversidad de usuarios. La elección de dichas divisiones obedece a que hasta octubre de 2009 dicha región era operada por la extinta Compañía de Luz y Fuerza del Centro, la cual se extinguió por cuestiones de ineficiencia que se plantea subsanar con una adecuada metodología tarifaria. Por tanto, de la empresa ahora extinta se obtuvieron sus activos de distribución y el comportamiento de su mercado para realizar el diseño tarifario (tarifa de referencia) y sus estados financieros para otorgar suficiencia financiera a la empresa, es decir, nivel tarifario (tarifa objetivo).

---

# Índice general

---

RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
ÍNDICE GENERAL .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS .....	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. TARIFA, PRECIO Y COSTO .....	2
1.3. PRINCIPIOS Y OBJETIVOS DE LAS TARIFAS ELÉCTRICAS .....	4
1.4. ESTRUCTURA Y NIVEL DE LAS TARIFAS ELÉCTRICAS .....	5
1.5. DISEÑO DE TARIFAS ELÉCTRICAS .....	6
1.6. JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS .....	7
1.7. OBJETIVOS DE LA TESIS .....	9
1.8. LIMITACIONES DE LA TESIS .....	9
1.9. ORGANIZACIÓN DE LA TESIS .....	10
CAPÍTULO 2. TEORÍA DE COSTOS Y SU APLICACIÓN EN EL SECTOR ELÉCTRICO .....	11
2.1. TEORÍA DE COSTOS .....	11
2.1.1. Costos marginales .....	12
2.2. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR ELÉCTRICO .....	14
2.3. COSTOS EN DISTRIBUCIÓN .....	15
2.3.1. Costo de capital .....	15
2.3.1.1. Costo histórico .....	16
2.3.1.2. Valor de reemplazo a nuevo .....	17
2.3.1.3. Valor nuevo de reposición .....	17
2.3.1.4. Valor justo .....	17
2.3.2. Costo de operación y mantenimiento de la red .....	17
2.3.3. Compras de energía y potencia .....	18
2.3.4. Pérdidas de energía y potencia .....	18
2.4. COSTOS EN COMERCIALIZACIÓN .....	18
2.5. CONCLUSIONES .....	19
CAPÍTULO 3. LA REGULACIÓN EN EL DISEÑO DE TARIFAS ELÉCTRICAS .....	20
3.1. EL MONOPOLIO NATURAL Y LA COMPETENCIA .....	20
3.2. ESQUEMAS DE REGULACIÓN EN EL SECTOR ELÉCTRICO .....	23
3.2.1. Regulación por incentivos .....	23
3.2.2. Regulación por el costo del servicio (tasa de retorno) .....	24
3.2.3. Regulación por comparación .....	25
3.3. DISEÑOS TARIFARIOS APLICADOS EN AMÉRICA LATINA .....	27
3.3.1. Diseño de tarifas eléctricas en Chile .....	27
3.3.2. Diseño de tarifas eléctricas en Perú .....	29
3.3.3. Diseño de tarifas eléctricas en Bolivia .....	30
3.3.4. Diseño de tarifas eléctricas en Panamá .....	31
3.4. CONCLUSIONES .....	33
CAPÍTULO 4. ASPECTOS TÉCNICOS Y OPERATIVOS DEL ÁREA A TARIFICAR .....	34
4.1. ANTECEDENTES DEL SECTOR ELÉCTRICO EN MÉXICO .....	34
4.2. MERCADO INTERNO DE ELECTRICIDAD EN MÉXICO .....	35

4.3. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR ELÉCTRICO A TARIFICAR .....	36
4.3.1. Área de responsabilidad .....	36
4.3.2. Capacidad instalada y energía generada .....	36
4.3.3. Transmisión y transformación .....	37
4.3.4. Distribución .....	38
4.3.4.1. Líneas de distribución .....	39
4.3.4.2. Subestaciones AT/MT .....	39
4.3.4.3. Transformadores MT/BT .....	40
4.3.4.4. Equipos en media tensión .....	41
4.3.5. Comercialización .....	41
4.3.6. Tarifas eléctricas vigentes en el área a tarificar .....	42
4.4. ESTRUCTURA DE LAS TARIFAS ELÉCTRICAS VIGENTES EN MÉXICO .....	42
4.4.1. Tarifas específicas .....	43
4.4.2. Tarifas generales .....	44
4.5. METODOLOGÍA DE AJUSTE MENSUAL A LAS TARIFAS ELÉCTRICAS VIGENTES .....	45
4.5.1. Tarifas de uso general, temporal y DAC .....	45
4.5.2. Tarifas agrícolas .....	48
4.5.3. Tarifas domésticas .....	48
4.5.4. Tarifas de servicios públicos .....	48
4.6. CONCLUSIONES .....	49
CAPÍTULO 5. METODOLOGÍA PARA DISEÑAR Y DETERMINAR LAS TARIFAS ELÉCTRICAS .....	50
5.1. ESTRUCTURA TARIFARIA .....	50
5.2. COSTO MARGINAL DE LARGO PLAZO EN DISTRIBUCIÓN .....	51
5.2.1. Costo medio de largo plazo en distribución .....	51
5.2.1.1. Factor de economías de escala .....	53
5.2.1.2. Factor de recuperación de capital .....	54
5.2.1.3. Valor de reemplazo a nuevo .....	55
5.2.2. Anualidad del costo fijo .....	56
5.2.3. Anualidad del costo variable .....	56
5.2.4. Demanda máxima no coincidente .....	56
5.2.5. Resultado: costo marginal de largo plazo de distribución .....	57
5.3. COSTO MARGINAL DE LARGO PLAZO EN COMERCIALIZACIÓN .....	57
5.4. COMPRAS DE ENERGÍA .....	58
5.5. CARGOS POR CAPACIDAD Y ENERGÍA .....	59
5.5.1. Cargo por capacidad .....	59
5.5.2. Cargo por energía .....	60
5.6. ANÁLISIS DE LA DEMANDA .....	60
5.6.1. Curvas de carga y perfiles de consumo .....	60
5.7. DETERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA TARIFARIA .....	61
5.7.1. Cargo por servicio .....	62
5.7.2. Cargo por variable .....	62
5.7.3. Cargo por fijo .....	63
5.8. NIVEL TARIFARIO .....	63
5.8.1. Factor de ajuste de tarifa de referencia a tarifa objetivo .....	64
5.8.2. Tasa de rentabilidad .....	64
5.8.3. Tarifa objetivo .....	65
5.9. EFICIENCIA EN EL NIVEL TARIFARIO .....	65
5.10. CONCLUSIONES .....	65
CAPÍTULO 6. DETERMINACIÓN DE LAS TARIFAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN PARA EL CENTRO DE LA REPÚBLICA MEXICANA .....	67
6.1. INSUMOS PARA EL DISEÑO DE TARIFAS .....	67
6.2. FACTOR DE ECONOMÍAS DE ESCALA .....	69

6.3. FACTOR DE RECUPERACIÓN DE CAPITAL.....	74
6.4. VALOR DE REEMPLAZO A NUEVO.....	75
6.5. COSTO DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN .....	80
6.6. ANUALIDAD DEL COSTO FIJO Y VARIABLE .....	80
6.7. DEMANDA MÁXIMA NO COINCIDENTE .....	81
6.8. DETERMINACIÓN DEL CMLPD .....	82
6.9. DETERMINACIÓN DEL CMLPC.....	82
6.10. COMPRAS DE ENERGÍA.....	83
6.11. CARGOS POR CAPACIDAD Y ENERGÍA.....	83
6.12. ANÁLISIS DE LA DEMANDA .....	85
6.13. DETERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA TARIFARIA.....	86
6.14. NIVEL TARIFARIO .....	88
6.14.1. Factor de ajuste de tarifa de referencia a tarifa objetivo .....	88
6.14.1.1. <i>Producido tarifario a costo marginal y a costo contable</i> .....	88
6.14.1.2. <i>Factor de ajuste para distribución</i> .....	89
6.14.2. Tasa de rentabilidad .....	89
6.15. TARIFA OBJETIVO .....	90
6.16. NIVEL TARIFARIO EFICIENTE .....	90
6.17. COMPARATIVO DE TARIFA DOMÉSTICA: VIGENTE VS PROPUESTA.....	91
6.18. CONCLUSIONES .....	92
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES, APORTACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	93
7.1. CONCLUSIONES .....	93
7.2. APORTACIONES .....	94
7.3. TRABAJOS FUTUROS.....	95
ANEXO A. COSTO MARGINAL DE LARGO PLAZO EN GENERACIÓN.....	96
REFERENCIAS.....	98