



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA



SECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
E INVESTIGACIÓN

AHORRO DE ENERGÍA Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

(CASO DE ESTUDIO: PUEBLO DE SAN MIGUEL TOPILEJO TLALPAN, MÉXICO, DISTRITO FEDERAL)

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA
EN CIENCIAS EN INGENIERÍA AMBIENTAL

PRESENTA:

JUAN ARTURO HERNÁNDEZ ORTIZ

México, D.F., Junio de 2010

AGRADECIMIENTOS

A mis padres: † Juan Hernández Cruz y María Guadalupe Ortiz Ortega

Que me enseñaron los valores de la vida.

*A mi esposa María Teresa Díaz Capito,
y a mi pequeña Renata Aniled Hernández Díaz.
Por todo lo que me han dado.*

A mis hermanos:

*Julio César, Kenya, Metodio, Sócrates, Argelia y Adam
Por su apoyo, comprensión, tolerancia y cariño que siempre me
han brindado.*

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional como alma mater.

*A la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura,
Unidad Zacatenco, que me formo en la maestría.*

*A mis maestros y asesores por sus enseñanzas
invaluables, y por sus valiosos comentarios y
aportaciones en el desarrollo de la tesis.*

Con especial cariño para la maestra Lucrecia P.[†]

A la Secretaria del Medio Ambiente del G.D.F.

*A la Dirección General de Escuelas Secundarias
Técnicas por su invaluable apoyo y a nuestro Director
General.*

*Lic. Manuel Salgado Cuevas, que acertadamente
contribuye en la superación de sus maestros.*



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SIP-14

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México D.F., siendo las 16:00 horas del día 27 del mes de agosto del 2010 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de E.S.I.A.-U.Z. para examinar la tesis de grado titulada:
"Ahorro de Energía y Reducción de Contaminación Lumínica (Caso de Estudio: Pueblo de San Miguel Topilejo Tlalpan, México, Distrito Federal)"

Presentada por el alumno:

<u>Hernández</u>	<u>Ortiz</u>	<u>Juan Arturo</u>
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre(s)

Con registro:

A	0	2	0	5	9	0
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Director de tesis


 M. en C. Ricardo Contreras Contreras

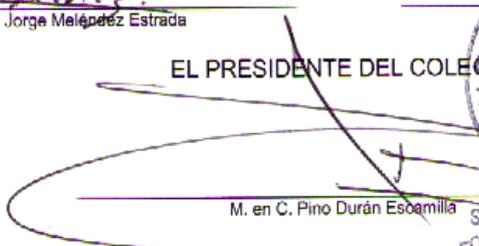

 M. en I. Felipe López Sánchez


 Dr. Víctor Manuel López López


 Dr. Jorge Meléndez Estrada


 Dr. Javier Pérez Corona

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO


 M. en C. Pino Durán Esoamilla



SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de México el día 20 del mes Septiembre del año 2010, el (la) que suscribe Juan Arturo Hernández Ortiz alumno (a) del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental con número de registro A020590, adscrito a la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Zacatenco, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del M. en C. Ricardo Contreras Contreras y cede los derechos del trabajo intitulado "Ahorro de Energía y Reducción de la Contaminación Lumínica (Caso de Estudio: Pueblo de San Miguel Topilejo Tlalpan, México, Distrito Federal)", al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección hojarturo@gmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Juan Arturo Hernández Ortiz

Resumen	i
Abstract	ii
Relación de tablas y figuras	iii
Introducción	1
Justificación	3
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
Antecedentes	6
<i>CAPÍTULO I. CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA Y EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA</i>	9
I.1. El Consumo Eléctrico en México. .	10
I.1.1. Servicios energéticos.	11
I.2. Definiciones de contaminación lumínica.	12
I.3. Efectos de la contaminación lumínica.	13
I.4. Áreas de influencia de la contaminación lumínica.	14
I.5. Concientización de la contaminación lumínica..	15
I.5.1. Límites y Zonas.	15
I.6. Formas básicas de emisión de luz artificial hacia el cielo.	16
I.7. Factores del ahorro de la iluminación.	17
I.7.1. Concepto de Lámpara.	17
I.7.1.1. Características de las lámparas.	18
I.7.1.2. Tipos de distribución de luminarias.	19
I.7.2. Programa de mantenimiento.	20

I.7.3. Conjunto óptico.	20
I.7.4. Sistema eléctrico.	21
I.7.5. El entorno y observador.	21
I.8. Función de luminarias.	21
I.9. Lámparas y su impacto contaminante lumínico.	22
I.9.1. Bajo nivel contaminante:	22
I.9.1.1. Lámparas de vapor de sodio a alta presión.	22
I.9.1.2. Lámparas de vapor de sodio a baja presión.	25
I.9.2. Medianamente contaminantes.	27
I.9.3. Alto nivel contaminante.	27
I.10. Consideraciones de pantallas (protectores) en luminarias.	29
I.10.1. Curva de iluminación para lámparas con protección y sin protección.	30
I.11. Normas básicas de utilización del alumbrado.	31
I.11.1. Diagrama de condiciones óptimas de iluminación pública.	32
I.12. Magnitudes y unidades de medida.	33
I.12.1. Flujo luminoso.	33
I.12.2. Intensidad luminosa	33
I.12.3. Iluminancia.	34
I.12.4. El Rendimiento Luminoso.	35
I.13. Programa para el Ahorro de Energía.	35
I.13.1. Financiamiento.	36
I.13.2. Condiciones, básicas del crédito.	36
I.13.3. Tipos de problemas existentes en el área de estudio.	37

I.13.4. Aspectos técnico operativos.	38
I.13.5. Aspectos técnico - administrativos.	39
I.13.6. Acciones del censo.	39
I.13.7. Capacitación.	40
I.13.8. Sistema de foliado.	40
I.13.9. Datos para el censo.	40
I.13.10. Bases de datos.	41
I.14. Metodología.	42
<i>CAPÍTULO II. MARCO LEGAL Y NORMATIVO.</i>	41
II.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	43
II.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	43
II.2.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas (LGEEPA).	45
II.3. Ley General de Vida Silvestre (LGVS).	45
II.4. Ley Ambiental del Distrito Federal.	46
II.4.1. Síntesis de los delitos contra el ambiente.	47
II.5. Programa de retribución por la conservación de servicios ambientales en reservas ecológicas comunitarias.	48
II.6. Reglamento en materia de contaminación lumínica.	49
II.7. Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica .	50
II.8. Normatividad.	50
II.8.1. Normatividad en materia de alumbrado.	51
II.8.1.1. Norma Oficial Mexicana.- NOM-001-SEDE-1999.- Instalaciones eléctricas (utilización).	51
II.8.1.2. Norma Oficial Mexicana.- NOM-002-SEDE-1999.- Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución.	52

II.8.1.3. Norma Oficial Mexicana.- NOM-013-ENER-1999.-Eficiencia energética en sistemas de alumbrado para vialidades y exteriores de edificios.	52
II.8.1.4. Proyecto de Norma Oficial Mexicana.- NOM-057-SCFI-1994.- Productos eléctricos - Requisitos de seguridad de lámparas de descarga en gas.	52
II.8.1.5. Norma Oficial Mexicana.- NOM-058-SCFI-1999.-Productos eléctricos - Balastros para lámparas de descarga eléctrica en gas - Especificaciones de seguridad.	53
II.8.1.6. Norma Oficial Mexicana.- NOM-064-SCFI-2000.-Productos eléctricos - Luminarios para uso en interiores y exteriores - Especificaciones de seguridad y métodos de prueba.	53
II.8.2. Especificación “Sello FIDE” No. ESP4456.	53
II.8.3. Normas Mexicanas para luminarias.	53
II.9. Comentarios finales.	54
<i>CAPÍTULO III. CASO DE ESTUDIO.</i>	55
III.1. Polígono de estudio.	55
III.2. Medio Físico de Tlalpan.	61
III.2.1. Clima.	61
III.2.2. Características del terreno.	61
III.2.3. Usos del suelo.	62
III.3. Aspectos Demográficos.	62
III.3.1. Población por edad.	63
III.3.2. Población Indígena.	63
III.4. Aspectos Socioeconómicos.	64
III.4.1. Crecimientos irregulares de alta peligrosidad en el Cerro de Tetequilo.	66
III.4.2. Actividad Económica.	67
III.5. Estructura urbana.	67

III.6. Medio Ambiente.	69
III.6.1. Vegetación.	69
III.6.2. Fauna.	69
III.6.3. Zonas pobladas en área de conservación.	70
III.6.4. Área de conservación.	70
<i>CAPÍTULO IV. CÁLCULOS Y RESULTADOS.</i>	72
IV.1. Evaluación de las condiciones iniciales (problemáticas).	72
IV.2. Lectura del consumo	74
IV.2.1. Características del alumbrado.	74
IV.3. Localización de luminarias.	76
IV.4. Carga instalada.	77
IV.5. Horas de operación (Se consideran las 352 lámparas).	77
IV.6. Consumo de energía eléctrica.	77
IV.7. Tarifa y facturación.	78
IV.8. Relación de consumo de combustible en la generación de energía eléctrica.	78
IV.9. Determinación de la huella de carbono.	80
IV.10. Estado de luminarias.	81
IV.10.1. Carga instalada (Luz encendida 24 horas los 365 días del año).	81
IV.10.2. Depreciación por suciedad.	82
IV.10.3. Depreciación en pérdidas del sistema eléctrico.	82
IV.10.4. Flujo y rendimiento luminoso.	83
IV.11. Propuesta de reducción en el consumo de energía eléctrica y facturación, consumo de combustible, huella de carbono y emisión lumínica.	84

IV.11.1. Relación en la reducción por consumo de combustible.	85
IV.11.2. Determinación de la huella de carbono.	86
IV.11.3. Flujo y rendimiento luminoso.	86
IV.11.4. Propuesta: Límites por zona.	88
IV.12. Tecnología LED.	91
IV.13. Resultados finales.	92
Conclusiones y recomendaciones	93
Sugerencias para la realización de estudios a futuro	95
Bibliografía	96
Glosario de términos	100
Anexo I	106
Anexo II	109
Anexo III	120
Anexo IV	126
Anexo V	129

RESUMEN

La contaminación lumínica es el brillo o resplandor de luz en el cielo nocturno producido por la reflexión y difusión de luz artificial en los gases y en las partículas del aire por el uso de luminarias inadecuadas y/o excesos de iluminación, es una problemática que en México, no se ha elucidado de forma precisa en su marco legal y normativo ambiental, y específicamente su relación con el alumbrado público existen programas de ahorro energético, sin tomar en cuenta sus efectos negativos por iluminación en flora y fauna de zonas naturales protegidas.

Sus efectos negativos al ambiente son diversos, por no utilizar las luminarias y lámparas adecuadas, al respecto se realizó el levantamiento de datos en el polígono de estudio *in situ* en el Pueblo de San Miguel Topilejo, en la Delegación Tlalpan del Distrito Federal, que colinda con el cerro Tetequilo que es un área natural protegida, y habiendo realizado un censo, se obtuvo que existen 352 luminarias que consumen 64,204.80 Kwh/mes, descargando a la atmósfera 221.11 ton de CO₂/año por el consumo de combustibles fósiles utilizados para generar energía eléctrica, y en materia de contaminación lumínica se emiten sin control 3,998,290 lúmenes (lm) de flujo, con una iluminación efectiva de 4,508,710 lm.

Al respecto, se propone realizar el cambio de 352 luminarias que cuenten con aditamento protector con ángulo de incidencia de iluminación no mayor a 80°, que implica en obtener un 47% más de iluminación en zonas útiles comprendida entre 0 y 30 metros, e instalando lámparas de vapor de sodio a alta presión, que son los que tienen mayor periodo de vida y su espectro de luz visible al ojo humano es mayor, aunado a su bajo consumo eléctrico, con una carga instalada de: 337,075.2 kwh/año, una facturación de \$ 773,024.67, dejando de emitir a la atmósfera 125.36 toneladas de CO₂/año, asimismo se tiene mayor iluminación efectiva de 13,453,440 lm, evitando la fuga de 4,301,440 lm, hacia el cielo y zona de conservación ecológica y reduciendo de esta forma la contaminación lumínica con rendimientos luminosos del 47%.

ABSTRACT

Light pollution is the brightness or glare of light in the night sky caused by the reflection and diffusion of artificial light in gases and particles from the air by the use of inadequate lighting and/or excess lighting is problematic in Mexico has not been elucidated precisely in its environmental legal and regulatory framework, and specifically its relationship to the existing public lighting energy saving programs, regardless of its negative effects by lighting flora and fauna of protected natural areas.

His negative effects to the environment are diverse, not to use proper lighting and lamps, about the uprising took place in the polygon data of study site in the town of San Miguel Topilejo in Tlalpan Distrito Federal, which borders Tetequilo the hill which is a protected area, and having carried out a census was obtained that there are 352 lights that consume 64,204.80 Kwh/mes, discharging into the atmosphere by 221.11 tons of CO₂/year consumption of fossil fuels used to generate electricity, and in light pollution control is output 3,998,290 lumens (lm).

In this regard, I propose to make the change of 352 lights with shields have a lighting angle no greater than 80°, would impact get 47% more useful light in areas between 0 and 30 meters, and installing vapor lamps high pressure sodium, which are those with greater life span and its spectrum of light visible to humans is higher, coupled with its low power consumption, with an installed load: 337,075.2 kWh/year, and avoiding the escape(fugue) of 4,301,440 lm, towards the sky and zone of ecological conservation and reducing of this form the light pollution with luminous of 47 %.

RELACIÓN DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas	Pág.	Figuras	Pág.
CAPÍTULO I			
Tabla 1-1. Características de las lámparas (lúmenes).	18	Figura 1-1. Contaminación lumínica en la Ciudad de México.	9
Tabla 1-2. Tipos de lámparas.	18	Figura 1-2. Estructura del consumo final total por tipo de energético, 2005 (Pentajoules y participación porcentual)	10
Tabla 1-3. Rendimiento de las lámparas de descarga en alta intensidad.	19	Figura 1-3. Alumbrado Público.	11
Tabla 1-4. Tabla comparativa de sustitución de lámparas de vapor de sodio.	25	Figura 1-4. Espectro de una lámpara de vapor de sodio a alta presión	23
Tabla 1-5. Áreas de Oportunidad.	37	Figura 1-5. Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.	23
Tabla 1-6. Aspectos del Censo (Definición del Personal de Apoyo)	41	Figura 1-6. Lámpara de vapor de sodio a alta presión.	24
		Figura 1-7. Espectro de una lámpara de vapor de sodio a baja presión.	26
		Figura 1-8. Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a baja presión	26
		Figura 1-9. Lámpara de vapor de sodio a baja presión.	27
		Figura 1-10. Espectro de las lámparas.	28
		Figura 1-11. Ejemplos de desperdicio de iluminación. .	29
		Figura 1-12. Curva de iluminación con aditamento de protección y sin aditamento	30
		Figura 1-13. Normas básicas de uso del alumbrado.	31
		Figura 1-14. Condiciones óptimas de iluminación pública.	32
		Figura 1-15. Iluminancia	34
		Figura 1-16. Potencia eléctrica consumida	35

RELACIÓN DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas	Pág.	Figuras	Pág.
CAPÍTULO II			
Tabla 2-1. Delitos en áreas naturales.	47		
Tabla 2-2. Delitos ambientales en fuentes fijas.	47		
Tabla 2-3. Valores máximos de densidad de potencia eléctrica de alumbrado para vialidades (w/m ²)	52		
Tabla 2-4. Normas Mexicanas.	53		
CAPÍTULO III			
Tabla 3-1. Usos del Suelo	62	Figura 3-1. Mapa del Distrito Federal	56
Tabla 3-2. Escenario Programático, Habitantes, Tasas y Densidades	62	Figura 3-2. Localización del Cerro Tetequilo	57
Tabla 3-3. Densidad de Población en San Miguel Topilejo.	62	Figura 3-3. Vista "3d" del Cerro Tetequilo	58
Tabla 3-4. Número de Habitantes	63	Figura 3-4. Polígono del área de estudio.	59
Tabla 3-5. Conservación Patrimonial	67	Figura 3-5. Localización de Calles y Avenidas de la Zona de Estudio.	60
Tabla 3-6. Educación, Salud, Comercio y Recreación en el Pueblo de San Miguel Topilejo	68	Figura 3-6. Marginación extrema en el Cerro Tetequilo	64
Tabla 3-7. Características de los Usos del Suelo	70	Figura 3-7. Programa integrado territorial para el desarrollo social	65
		Figura 3-8. Proliferación de asentamientos irregulares en las laderas del Tetequilo.	66
		Figura 3-9. Fauna silvestre (Teporingo)	69
		Figura 3-10. Cerro Tetequilo (Área de Estudio)	71
		Figura 3-11. Zona de Conservación	71

RELACIÓN DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas	Pág.	Figuras	Pág.
CAPÍTULO IV			
Tabla 4.1. Formato Tipo A.- Problemática económica	72	Figura 4. 1. Localización de Alumbrado Público en Calles y Avenidas de la Zona de Estudio.	76
Tabla 4.2. Formato Tipo B.- Problemática administrativa.	73	Figura 4. 2. Condiciones de las luminarias.	81
Tabla 4.3. Formato Tipo C.- Problemática técnica.	73	Figura 4. 3. Luminarias con y sin aditamento protector	83
Tabla 4.4. Lectura del medidor.	74	Figura 4. 4. Luminarias con aditamento protector.	86
Tabla 4.5. Características del alumbrado	74	Figura 4. 5. Áreas de conservación ecológica en el polígono de estudio.	89
Tabla 4.6. Condiciones técnicas de las luminarias	75	Figura 4. 6. Propuesta en plano, para niveles de iluminación.	90
Tabla 4.7. Tipos del poste y arreglo.	75	Figura 4. 7. Luminaria con tecnología LED.	91
Tabla 4.8. Condiciones de las luminarias.	75		
Tabla 4.9. Carga instalada	77		
Tabla 4.10. Tiempo de operación.	77		
Tabla 4.11. Consumo de energía.	77		
Tabla 4.12. Tarifa 5 (Energía Eléctrica)	78		
Tabla 4.13. Facturación.	78		
Tabla 4.14 Carga Instalada.	81		
Tabla 4.15. Tiempo de operación.	82		
Tabla 4.16. Consumo de energía.	82		
Tabla 4.17. Tarifa.	82		
Tabla 4.18. Flujo luminosos (lm)	83		
Tabla 4.19. Rendimiento luminoso (lm)	84		
Tabla 4.20. Carga por instalar.	84		
Tabla 4.21. Tiempo de operación.	84		
Tabla 4.22. Consumo de Energía Eléctrica	84		
Tabla 4.23. Facturación	84		
Tabla 4.24. Cálculo del flujo lumínico con aditamento protector.	86		
Tabla 4.25. Rendimiento luminoso (lm)	87		
Tabla 4.26. Delimitación de zonas en el polígono de estudio.	88		
Tabla 4.27. Resultados finales.	92		

INTRODUCCIÓN

He trabajado en el ramo ambiental por más de 18 años, y una de las problemáticas no reguladas es la contaminación lumínica generada por el alumbrado público, aunado al calentamiento global que es el tema de actualidad por sus graves repercusiones al ambiente por el uso de combustibles fósiles.

Esta tesis de grado se divide en cuatro capítulos, se realizó con la finalidad de ser una propuesta de sustentabilidad que debe guiarse dentro de los alcances de la ingeniería. La elección del tema se hizo tomando en cuenta la necesidad de realizar estudios en materia de contaminación lumínica que incide en el grado de profundidad con que se aborda el mismo, en tal sentido el proyecto presenta características que lo ubican dentro del nivel exploratorio ya que realiza un estudio sobre un tema poco conocido en México y con poca trayectoria en el mundo debido al dinamismo que este fenómeno presenta.

Después de 122 años de operación del Servicio de Alumbrado Público, la contaminación del aire ha sido uno de los retos ambientales más serios que han enfrentado los habitantes de la Ciudad de México, ya que esta ciudad se ubica sobre los 19°20' de Latitud Norte y 99°05' de Longitud Oeste, formando una cuenca, la cual tiene una elevación promedio de 2,240 msnm y una superficie de 9,560 km², presenta valles intermontañosos, mesetas y cañadas y terrenos semiplanos. El área urbana se extiende en la porción suroeste del Valle de México, la cual está sujeta de manera natural a condiciones que no favorecen una adecuada ventilación de la atmósfera, aunado al crecimiento de la población que requerirán servicios como el de alumbrado público.

En el Capítulo I, consideraciones generales de la contaminación lumínica y el ahorro de energía eléctrica, definimos las características de la contaminación lumínica en relación al consumo de combustible y el tipo adecuado de luminarias y lámparas, refiriéndome solo al alumbrado público y dejando para otros estudios el alumbrado habitacional (interiores), de anuncios espectaculares, instalaciones gubernamentales y recintos históricos.

El calentamiento global es una problemática de actualidad que muchos científicos se encuentran estudiando, atribuyendo principalmente sus efectos a los producidos por las emisiones de gases de efecto invernadero derivado de la quema de combustibles fósiles que se utilizan para generar energía eléctrica, iluminar ciudades, el funcionamiento de automóviles, industrias, etc., ante tan situación diversos países han desarrollando estrategias con fundamento legal y normativo para atender las diversas problemáticas ambientales.

En el Capítulo II, realizamos una investigación del marco legal y normativo en materia de contaminación lumínica a nivel nacional y posteriormente internacional, encontrando que en México, existe un marco legal insuficiente y no hay normatividad.

INTRODUCCIÓN

La expansión de la Zona Metropolitana del Valle de México, para la década comprendida entre los años 2000 a 2010 empieza a presionar las áreas de conservación ecológica, se proyecta que para el año 2020 la casi totalidad de la expansión urbana se producirá en el territorio del Estado de México con una población de más de 22 millones y una densidad de 127 habitantes por hectárea. Este crecimiento poblacional podría tener efectos negativos en las áreas de protección ecológica, ambiental y de recarga acuífera entre otros.

El problema de investigación planteado en el Capítulo III.- Caso de estudio, es de carácter práctico y busca satisfacer una necesidad que implica el ahorro de energía y disminución de los efectos adversos producidos por el flujo luminoso, se establece una propuesta que pretende ser amigable con el medio ambiente, social, económica, actualizable, segura, confiable y eficiente para la identificación de mejores mecanismos de control que deberían utilizarse en la implementación de estrategias con la finalidad de hacerla sustentable de acuerdo con los recursos tecnológicos disponibles que incidan en la recuperación de la flora y fauna que se encuentran habitando en el Cerro Tetequilo que es un área natural protegida y donde han proliferado los asentamientos irregulares, el caso de estudio se delimito en un polígono que incluye las colonias: El Calvario, Ampliación Calvario, Tetequilo, Las Margaritas, Arenal y la parte Norte de San Miguel Topilejo, en un área que comprende una superficie aproximada de 120 hectáreas, y definimos los lineamientos para la implementación del Programa para el Ahorro de Energía.

Finalmente en el Capítulo IV.- Cálculos y resultados, definimos claramente las características del tipo de luminaria y lámpara a utilizar, proponiendo el cambio de 352 luminarias que cuenten con un aditamento que evite la fuga de flujo luminoso hacia el cielo y el cambio de lámparas de vapor de sodio a alta presión, que tiene mayor periodo de vida y sus características de su espectro de luz son idóneas para el ojo humano, aunado a su bajo consumo eléctrico, que representará un ahorro sustancial de 176 a 77 Kw, dejándose de emitir a la atmósfera 125.36 toneladas de CO₂/año, y con respecto a la lumínica, actualmente se emiten sin control 3,998,290 lúmenes de flujo, sin embargo con los cambios propuestos se tendría mayor iluminación en la vialidades de 13,453,440 lm, con un flujo no disipado de 4,301,440 lm.

El desarrollo socioeconómico de un país está estrechamente relacionado con su capacidad de generación de energía eléctrica y térmica también su independencia política y económica están correlacionados, por ello se debe seguir en el estudio de políticas ambientales que conduzcan hacia el desarrollo sostenible del alumbrado público.

JUSTIFICACIÓN

Efectos en la regulación lumínica:

Económico:

- El costo del alumbrado público representa importantes egresos al gasto corriente.- En México en el año de 2007, este incremento fue superior al 6.4%, con el consiguiente impacto en la facturación de la energía eléctrica en las finanzas municipales y delegacionales¹.
- Abuso de los recursos naturales: un sobre consumo de combustibles fósiles, energía y recursos.
- Los sistemas de iluminación de baja calidad generan costos elevados de mantenimiento.
- Elevados costos en la facturación por suministro de corriente eléctrica.

Ecológico:

- Agresión a las aves migratorias, insectos y fauna nocturna o crepuscular.
- Abuso de los recursos naturales, un sobre consumo de combustibles fósiles, energía y recursos.
- La emisión de contaminantes a la atmósfera como producto en la generación de electricidad malgastada en iluminar el cielo.
- La generación de residuos sólidos de alta toxicidad que no se reciclan adecuadamente. Las lámparas de alumbrado llevan mercurio, cadmio y otros metales pesados tóxicos para los seres vivos las cuales generan residuos altamente tóxicos y de difícil reciclaje.
- Alteración del hábitat natural: alteración del ecosistema nocturno y en las cadenas tróficas. Agresión a aves, murciélagos, peces, insectos, anfibios, y otros animales que ven alteradas sus costumbres y hábitos nocturnos. En este sentido, las emisiones de luz ultravioleta de luminarias inadecuadas (invisibles para el ojo humano), hace que muchos insectos, algunos animales y diversas plantas, que si poseen sensibilidad a este rango espectral, sean alterados de forma significativa en sus ciclos vitales.

¹ CONAE, Programa de apoyo integral para la eficiencia energética municipal, 2007, México.

JUSTIFICACIÓN

Social:

- El servicio de alumbrado público se asocia al grado de progreso material de los municipios y colonias, como parte de su imagen.
- El alumbrado público es uno de los servicios que más demandan los habitantes de las localidades como resultado del crecimiento poblacional y del desarrollo urbano.
- Un peligro para peatones y conductores. Luces mal orientadas o demasiado potentes deslumbran, hacen perder agudeza visual y generan zonas de sombra muy contrastadas. Los automovilistas corren más en zonas sobre iluminadas.
- La intrusión lumínica, es decir, luz exterior que de manera indeseada entra en las viviendas.
- La pérdida de las noches con estrellas, patrimonio de generaciones futuras (UNESCO) y origen de nuestra cultura y civilización, (mitología, filosofía, cosmogonía, ciencia, etc.)
- La disminución de la seguridad vial por inadecuada iluminación puede provocar accidentes de tráfico. El paso de zonas deficientemente iluminadas a otras más iluminadas provoca deslumbramientos y pérdida momentánea del control de la conducción. Otro factor importante es la calidad de la iluminación en función de la percepción de los movimientos y maniobras de otros vehículos.
- Deslumbramiento peatonal por excesiva e inadecuada iluminación que provoca a veces cortinas de luz que deterioran nuestra capacidad de percepción y visión del entorno exponiéndonos a accidentes evitables con iluminaciones homogéneas y dentro de unos niveles lumínicos que no provoquen el deslumbramiento momentáneo.
- Impide la práctica de la astronomía a muchos kilómetros de distancia del foco contaminante.

OBJETIVOS

Objetivo General.

Determinar el consumo, eficiencia y condiciones del alumbrado público en el polígono de estudio ubicado en el Pueblo de San Miguel Topilejo Tlalpan, para proponer estrategias de ahorro de energía y sus aplicaciones en la reducción de emisiones contaminantes lumínicas.

Objetivos Específicos.

- Disminuir el consumo de energía y el monto de facturación correspondiente.
- Definir estrategias que incidan en el ahorro de energía eléctrica.
- Reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera y sus efectos ambientales al realizar un consumo eficiente de los recursos energéticos.
- Proponer sistemas de iluminación adecuados, que incidan en reducir la emisión contaminante lumínica.

ANTECEDENTES

Antecedentes².

En el siglo XII nace en el Valle de México, el pueblo de Topilejo en Tlalpan³. En la época de la conquista y contemporánea a su época, sólo cuatro ciudades europeas albergaban alrededor de 100 mil habitantes, y Sevilla que representaba entonces la más grande en España, contaba con apenas 45 mil habitantes. La población de México - Tenochtitlán era superior a los 500 mil habitantes. En esta metrópoli se desarrolló una estructura de servicios municipales que el Viejo Continente llevaría al cabo hasta varios siglos después. La sanidad estaba en una etapa mucho más avanzada que en la Europa del siglo XVIII.

En Europa todavía no existía el concepto de alumbrado público, mientras que en México- Tenochtitlán se iluminaban sus calles con rajas de ocote, luminarias que como muchas otras se apagaron con la Conquista para volver a convertirse en servicio municipal hasta 1777.

La Constitución Federal de los Estados Unidos Mexicanos de 1824, a través el Congreso de la Unión decretó, el 18 de noviembre del mismo año la creación del Distrito Federal, tomando como centro a la Plaza de la Constitución de la Ciudad de México y un radio de 8 380 metros. Con el decreto de creación del Distrito Federal, este se integró con la unión de varias ciudades o municipios importantes, así como con pueblos y villas. De tal manera en 1824 dio inicio el proceso de división territorial del Distrito Federal.

Por otra parte la historia del alumbrado público moderno, se remonta a los antecedentes de la energía eléctrica conjuntamente con el petróleo y las vías de comunicación, ya que estas tenían reservado un papel importante en el desarrollo económico de México. Esta energía en principio sirvió para alumbrar las oscuras minas y hacer funcionar motores y telares para incrementar la producción y la productividad en la incipiente Industria.

El servicio de alumbrado público representaba en la segunda mitad del siglo XIX, solo el aprovechamiento marginal de las plantas eléctricas que, ociosas por lo general durante las horas de la noche, eran utilizadas también para las modestas necesidades del servicio municipal que se concretaban a proporcionar una tímida iluminación a los pueblos madrugadores apegados todavía a sus costumbres y a su raíz rural, hacia 1881 La compañía Mexicana de Gas y Luz Eléctrica se hace cargo del alumbrado público residencial en la capital de la República Mexicana, marcando con ello el principio del alumbrado eléctrico en el país. El 20 de enero de 1934 se publica en el Diario Oficial el Decreto para la Creación de la Comisión Federal de Electricidad. En 1937 el Gral. Lázaro Cárdenas del Río, con base en el Decreto del 29 de diciembre de 1933 promulga la Ley para la creación de la Comisión Federal de Electricidad. En el periodo de 1940-1941 se inicia el proceso de nacionalización de la industria eléctrica, de acuerdo con la Ley de 1937.

² Luz y Fuerza del Centro, Historia del alumbrado público. 2005, México, p. 151

³ Gobierno del Distrito Federal, Programa delegacional de desarrollo urbano de Tlalpan, 1997 (actualizado 2007), México

ANTECEDENTES

Nacionalización de la Industria Eléctrica.- En 1949 se expide el Decreto que hizo de la Comisión Federal de Electricidad un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio. Posteriormente en 1960 se inicia la nacionalización de la industria eléctrica con la compra de las empresas que tenían a su cargo el suministro de la energía eléctrica. Decreto: "Artículo Único.- Se adiciona al párrafo sexto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos el siguiente": "Corresponde exclusivamente a la nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público". En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.

Sistema eléctrico moderno.- Hacia 1974 se autoriza a la compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., a realizar los actos necesarios y procedentes para su disolución y liquidación. En 1989 se reforma la Ley del Servicio Público de Energía, previéndose que el Ejecutivo Federal disponga la constitución, estructura y funcionamiento del servicio que venía proporcionando la Compañía de Luz y Fuerza del Centro en liquidación. Decreto del 21 de diciembre de 1989, publicado en el Diario Oficial de la Federación del día 27 del mismo mes y año y que a la letra se transcribe: "DECRETO" por el que se reforma la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica. 1993 Las demandas de la creciente población y el medio rural, fueron determinando la necesidad de que el estado interviniera para dictar las medidas administrativas a fin de que se creara un organismo que proporcionara los servicios de energía eléctrica dando un sentido social y más moderno a la electrificación. 1994 El 9 de febrero se crea por decreto presidencial el organismo descentralizado Luz y Fuerza del Centro, con personalidad jurídica y patrimonio propio.

Por lo anterior, y considerando que el alumbrado público del Distrito Federal, tiene 122 años de operación, es importante señalar que en materia ambiental y específicamente en lo relacionado a la contaminación lumínica en México, es prácticamente un campo al que no se le ha dado importancia alguna en el cuidado y preservación del medio ambiente y sus recursos naturales, por ello es imprescindible realizar estudios técnicos especializados, que conduzcan a su regulación que tendrá efectos positivos en el ahorro de energía, la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera, así como la preservación de la flora y fauna silvestre.

La aplicación de un concepto de "Iluminación de Calidad", trae entre otras ventajas la reducción del fulgor en las ciudades y comunidades, y sus efectos en el contraste excesivo trae una visibilidad mejorada en los conductores de vehículos y personas que transitan en la vía pública.

ANTECEDENTES

La práctica pobre de la iluminación pública es desenfrenada en la Ciudad de México. El uso descuidado y excesivo al encender nuestros ambientes al aire libre, causa daño en la estética de la noche, a la vez que se compromete la inseguridad y utilidad. La mala iluminación comienza con una serie de consecuencias negativas psicológicas, como es la pérdida de nuestras opiniones de los cielos, continuando con los efectos de seguridad y utilidad, irritación de vecinos y fauna, disturbio de los ritmos del día y noche que son vitales a muchos sistemas naturales, el daño al aspecto estético de nuestras comunidades, pérdidas económicas y de recursos naturales, usados para producir electricidad, y los niveles crecientes de la contaminación atmosférica y del bióxido de carbono de los combustibles fósiles utilizados.

La mayoría de los casos de mala iluminación está relacionada en la inconsciencia de los usuarios. Mucho se sabe sobre cómo la iluminación afecta nuestra capacidad de considerar situaciones seguras y de utilizar acciones de iluminación solo en determinados periodos, aunque la ciencia de la iluminación ha dado enormes pasos en la comprensión de la iluminación de la calidad y de la opinión visual, nuestras comunidades no se beneficiarán de este conocimiento hasta que tomemos conciencia de una "Iluminación de calidad" y de tener cielos oscuros.

La legislación y normatividad ambiental en materia de iluminación es el vehículo para que una comunidad exprese su expectativa para la iluminación de la calidad y los cielos oscuros. Los estándares internacionales de países como "EU", Chile, y Comunidad Económica Europea, entre otros, han mostrado ser eficaces, en la reducción de la cantidad de luz que se escapa en el cielo (50% de luz por mala iluminación). En la mayoría de casos, estos estándares eliminan virtualmente el fulgor. La iluminación de calidad requiere inversiones importantes, más sin embargo a mediano plazo tiene ya efectos positivos en la recuperación de inversiones.

Entonces podemos decir, que para la regulación de la contaminación lumínica, implicará para su estudio y solución un grupo interdisciplinario de especialistas en las diferentes áreas del conocimiento humano.

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

CAPITULO I. CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA Y EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Se dice que el desarrollo socioeconómico de un país está estrechamente relacionado con su capacidad de generación de energía eléctrica y térmica, también su independencia política y económica están correlacionados con su avance tecnológico y la generación de energía eléctrica ocasiona el deterioro ambiental (Ver Figura 1-1). Asimismo, la generación de energía eléctrica y térmica en nuestro país es insuficiente para los 103 263 388 habitantes⁴, requiriendo una capacidad instalada para generar energía eléctrica de 100 mil MW, y actualmente, la capacidad instalada en el país es de 49,861 MW, de los cuales 44.82% corresponde a generación termoeléctrica de Comisión Federal de Electricidad; 22.98% a productores independientes de energía; 22.15% a hidroelectricidad; 5.21% a centrales carboeléctricas; 1.92% a geotérmica; 2.74% a nucleoelectrica, y 0.17% a eoloelectrica⁵. Por otra parte, la energía, está mal distribuida, lo que ocasiona que alrededor de 8 millones de mexicanos no dispongan de energía eléctrica por habitar lejos de las grandes líneas de distribución. Se depende excesivamente de los combustibles fósiles para la “producción” de energía y más del 91% de la energía primaria de nuestro país proviene de éstos, asimismo se ha pronosticado para los próximos 25 años un incremento de demanda de energía del 6 al 7 % anual, lo que representará la generación de 100,000 MW más, con una inversión mayor a los 150,000 millones de dólares⁶.



Figura 1-1. Contaminación lumínica en la Ciudad de México. FUENTE.- GDF. S.M.A

Al hablar de la contaminación lumínica, podremos definirla como: Toda la luz que escapa fuera de la zona que queremos iluminar, es decir, toda la energía luminosa desaprovechada, pues directa o indirectamente tiene efectos perjudiciales sobre el medio ambiente⁷.

4 INEGI, Censo de población y vivienda 2005, p. 85

5 Comisión Federal de Electricidad, estadística, <http://www.cfe.gob.mx/>, (consulta: 3 de mayo de 2007)

6 Eduardo A. Rincón Mejía, 2001, Asociación Nacional de Energía Solar, Noveno Congreso Internacional de CONEICO.- Word Trade Center, México, D.F. 2001

7 Instituto de astrofísica de canarias, 2007, Revista

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

I.1. El Consumo Eléctrico en México.⁸

El consumo energético en México se ha incrementado en los últimos años; La generación de energía eléctrica y térmica es insuficiente para los más de 100 millones de mexicanos (Ver Figura 1-2), requiriendo una capacidad instalada para generar energía eléctrica de 100 mil Mw (megawatts) , y sólo hay de 49,861 MW, por ello es necesario satisfacer la demanda energética sin afectar nuestro entorno ambiental, buscando el desarrollo y mejoramiento de nuevas tecnologías o alternativas, para facilitar con ello la distribución de energía a las poblaciones más alejadas⁹. En México existen 2,430¹⁰ municipios que utilizan en promedio 10% de su presupuesto para el pago de alumbrado público, este monto de facturación es determinado por el consumo y es producto de un sistema de medición o de estimación (cuando no se tienen medidores).

En conjunto, para el año 2005 los derivados de los hidrocarburos contribuyeron con el 74.7% del consumo final energético; la electricidad con el 15.0%; la leña con el 6.1%; el bagazo de caña con el 2.5%, el coque de carbón con el 1.7% y el carbón con el 0.1% (véase figura 4). En términos del tipo de energía, la primaria implicó el 8.6% del consumo final total, mientras que la energía secundaria representó el 91.4%. (Ver Anexo IV)

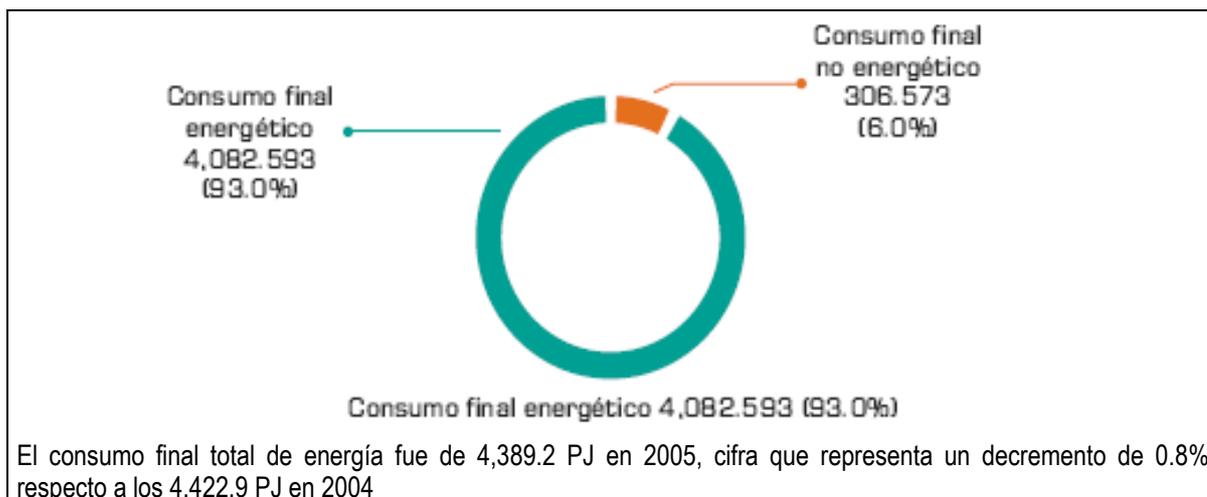


Figura 1-2. Estructura del consumo final total por tipo de energético, 2005 (petajoules y participación porcentual)¹¹

Para la presente Tesis de Grado, y en el caso específico del alumbrado público, es determinado tomando como base un censo de carga de los equipos del sistema o de los medidores, debido a la falta de medidores en San Miguel Topilejo, en el cálculo de consumo mensual se realiza de acuerdo a los censos de carga (multiplicación del número de luminarias por sus potencias, mas la pérdida del balasto, por el tiempo que están encendidas durante la noche). (Ver Anexo I y IV)

⁸ Guías informativas sobre alumbrado público.- Secretaría de Energía, CONAE, México 2005

⁹ Eduardo A. Rincón Mejía.- Asociación Nacional de Energía Solar, 2001, Noveno Congreso Internacional de CONEICO.- Word Trade Center, México

¹⁰ Centro Nacional de Desarrollo Municipal (CEDEMUN), Censo de Municipios, 2003, México

¹¹ Sistema de Información Energética (Sie), SENER. Balance Nacional de Energía 2005, México, p. 42

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

I.1.1. Servicios energéticos.

De análisis de datos efectuados en materia energética, se determino que para el año 2005, el sector transporte tuvo una participación del 45.7% en el consumo final energético, mientras que el sector industrial representó el 30.7%. Por su parte, el agregado formado por los subsectores residencial, comercial y público registró una participación del 20.6% y el sector agropecuario contribuyó con el 3.0%. (Ver Anexo IV)

El sector residencial, comercial y público requirió 842.2 PJ (pentajoules) en 2005, cifra inferior en 2.0% respecto al valor observado en 2004, que fue de 859.6 PJ. Durante 2005, del total de este sector, 83.6% corresponde al residencial, 13.6% al comercial y 2.8%, a los servicios públicos (alumbrado público y bombeo de agua). (Ver Anexo IV)

Para satisfacer las necesidades de cocción de alimentos, iluminación, calefacción, calentamiento de agua, usos comerciales y servicio público, entre otras, se utilizó gas licuado de petróleo, el cual participó con 39.1% del consumo total del sector, leña con el 29.4%, electricidad con el 26.5%, gas seco con el 4.4%, diesel y querosenos en conjunto con 0.6%. (Ver Anexo IV)



Figura 1-3. Alumbrado Público.

Es importante mencionar que en el Distrito Federal, hay 364 mil luminarias¹², de las cuales 55 mil están ubicadas en vialidades primarias, como Periférico, Viaducto, Insurgentes y Taxqueña, entre otras, así mismo, se ha mencionado que el Gobierno del Distrito Federal le paga a la Compañía de Luz y Fuerza cerca de mil millones de pesos al año por la energía eléctrica en alumbrado público, al instalar lámparas ahorradoras, efectuar el mantenimiento periódico e instalar medidores, se generan ahorros substanciales de entre 15% y 20% como mínimo, por ejemplo en un grupo de 10 postes en Santa Martha Acatitla se pagan, en promedio, 60 mil pesos al mes, pero con el medidor, la cuenta se reduce hasta en 30 mil pesos mensuales (Ver Figura 1-3).

El consumo nacional de energía por habitante en 2005 fue de 71.5 millones de kJ (kilojoules), cifra 1.2% inferior a los 72.4 millones de kJ de 2004. Para esta variable, la intensidad energética por habitante más elevada en el período de 1990 a la fecha fue la observada en el año 2004.

¹² Periódico el Universal.- 27 de junio de 2006, México, .D.F.

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

Conclusiones del sector energético:

- Incrementar la participación de las fuentes de energía renovables en la oferta interna bruta.
- Incrementar la eficiencia de los centros de transformación.
- Aplicar tecnología de vanguardia para aprovechar de forma eficiente la energía.
- Adicionar mayor valor agregado al crudo, condensados y gas natural.
- Incrementar la producción de gas natural para hacer frente a la demanda creciente.
- Reducir las importaciones de productos petrolíferos y gas natural.
- Promover el uso de combustibles más limpios.
- Incremento en los precios de hidrocarburos. (ver Anexo IV)
- Decremento en la explotación de pozos petroleros.

I.2. Definiciones de contaminación lumínica.

Para entender claramente los conceptos de contaminación, a continuación se mencionan diversos conceptos:

- Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico¹³.
- Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural¹⁴.
- Contaminación lumínica:
 - La contaminación lumínica es el brillo o resplandor de luz en el cielo nocturno producido por la reflexión y difusión de luz artificial en los gases y en las partículas del aire por el uso de luminarias inadecuadas y/o excesos de iluminación¹⁵.
 - Contaminación lumínica es el brillo del cielo nocturno producido por la difusión de la luz artificial¹⁶.

¹³Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 2008, México, p. 3

¹⁴Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 2008, México, p. 3

¹⁵ Instituto de astrofísica de canarias (IAC), 2007, Revista

¹⁶ Definición, <http://www.celfosc.org/indice>, (15 de enero de 2007)

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

- Se entiende por contaminación lumínica la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones y/o rangos espectrales donde no es necesario para la realización de las actividades previstas en la zona alumbrada¹⁷.
- Preservar la oscuridad de la noche de acuerdo a la declaración universal de los derechos de las generaciones futuras (UNESCO): "Las personas de las generaciones futuras tienen derecho a una Tierra indemne y no contaminada, incluyendo el derecho a un cielo puro." "La pérdida de las noches con estrellas, patrimonio de generaciones futuras y origen de nuestra cultura y civilización, (mitología, filosofía, cosmología, ciencia, etc.)"¹⁸

I.3. Efectos de la contaminación lumínica¹⁹.

La contaminación lumínica es un término amplio, pero se refiere a toda emisión luminosa artificial que se difunde en el ambiente por la noche, que no es aprovechable y que causa molestias, e involucra tres aspectos principales:

- **Intromisión de luz:** puede ser descrita como la luz o la iluminancia que se escapa de su propósito original de iluminación. En el caso de un sistema de iluminación pública, se desea tener toda la luz dirigida sobre la vía y no en el área adyacente. Las lámparas de baja calidad de iluminación, las que generalmente no son del tipo corte-apagado (consiste en evitar la iluminancia directa desde las luminarias por sobre el plano horizontal), dejarán que algo de luz caiga lejos de la vía misma, como casas, habitaciones y patios. Un diseño de iluminación pobre, el cual ha empleado una errónea distribución luminaria, puede acarrear intromisión de luz no deseada. Cierta gente se molesta por la luz que entra directamente en su propiedad o ventanas. Los mismos problemas involucran a conductores de vehículos y aviones.
- **El Resplandor:** puede ser descrito como la luminancia no deseada de una fuente y definido como la sensación producida por la luminancia en el campo visual que es suficientemente intensa como para causar incomodidad o empobrecimiento de la visión. Puede ser categorizada en tres áreas que se describen a continuación:
 - *Resplandor Cegador:* es tan intenso que durante un tiempo apreciable después que el estímulo ha cesado ningún objeto puede ser visto o distinguido fácilmente. Es el típico efecto experimentado cuando un conductor que se acerca olvida disminuir las luces altas de su vehículo.
 - *Resplandor Deshabilitador:* Conocido también como "visibilidad fantasma", es causada por el efecto de luminancia de una fuente iluminando el interior del ojo donde los rayos de luz son dispersados o reflejados dentro del mismo ojo reduciendo el contraste de las imágenes en la retina. Esto es análogo a encender las luces en el cine las que enmascaran las imágenes en la pantalla. El resplandor Deshabilitador puede tener serias repercusiones en un conductor ya que reduce su capacidad para distinguir los objetos en la vía.

¹⁷ Definición, Universidad de Barcelona, www.ub.edu/es/, (22 de enero de 2007)

¹⁸ Definición, Declaración universal de los derechos de las generaciones futuras, 2007, Nueva York, p. 4

¹⁹ Manual del aire libre del código de la iluminación, E.U.A. versión 1,14, 2005, p. 1-90.

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

- *Resplandor Molesto*: el que produce incomodidad sin necesariamente interferir con la capacidad de ver. Se ha reportado que puede causar fatiga, lo que acarrearía errores al conducir, irritabilidad o malestar en general. Sus efectos son muy subjetivos y difíciles de cuantificar.

El deslumbramiento (resplandor) implica además un rango de molestias fisiológicas y psicológicas, originadas por luminarias demasiado elevadas en el campo visual.

- Fisiológico: Reducción de la capacidad de percepción.
 - Psicológico: Incomodidad, inseguridad y cansancio visual.
- **El Brillo Urbano del Cielo**: es el resultado de la luz que se escapa (como un todo) de las ciudades y que es dispersada por la atmósfera aumentando así los niveles del brillo natural del cielo. Este efecto es extremadamente perjudicial para la astronomía, flora y fauna silvestre, así como molesto para el público en general. El alumbrado público es responsable por aproximadamente el 50% del brillo urbano del cielo debido a que de la luz dirigida hacia el pavimento es reflejada hacia arriba a niveles de reflectancia que van desde el 6% para el asfalto a un 25% para el concreto y que se ve incrementado por los deficientes sistemas de iluminación²⁰.

I.4. Áreas de influencia de la contaminación lumínica²¹.

A efectos prácticos, es conveniente acotar el ámbito de actuación de la contaminación lumínica en función de su magnitud o cobertura geográfica de acuerdo a lo siguiente apartados:

- Alumbrado público: Ciudades y núcleos de población grandes o muy grandes. En este apartado se contempla el alumbrado de calles y viales de uso para vehículos, peatonales, plazas, parques, urbanizaciones de viviendas localizadas en el núcleo urbano, etc. Las competencias de actuación son a nivel de Ayuntamientos y comunidades autónomas.
- Alumbrado en pueblos urbanos y suburbanos: Núcleos de media o baja población.
- Alumbrado de zonas residenciales: urbanizaciones y núcleos de población no urbanos. Aunque por afiliación estarán insertos en algún municipio principal, sus características (lejanía de núcleos urbanos, baja densidad de población etc.) les confiere unas características especiales. Principalmente presentaran incidencia el alumbrado peatonal y el correspondiente a la iluminación de accesos a las viviendas. Su competencia es de los ayuntamientos a los que pertenecen y en menos medida a las comunidades y asociaciones de vecinos de existir.
- Alumbrado de vías: Carreteras y caminos principalmente de uso vial. El correcto alumbrado de estas es de vital importancia para la seguridad vial. Son competencia de las administraciones federales, estatales y/o municipales, aunque el caso de caminos y accesos pueden ser competencia de los ayuntamientos.
- Alumbrado especial: Fachadas, iluminación ornamental, monumentos, etc. Aunque por lo general pertenecerán a núcleos urbanos, requieren un tratamiento especial. Generalmente son competencia de ayuntamientos.

²⁰ Roger Leiton, Contaminación lumínica: un problema de todos, 1998, Universidad de la Serena, Chile, p. 15
²¹ Sociedad astronómica Granadina, www.astrogranada.org, (3 de marzo de 2006)

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

- Alumbrado privado: Alumbrado interior de las viviendas, así como el de terrazas y jardines particulares. El alumbrado interior es el que menos incidencia tiene en la parte visible de la contaminación luminosa, no así en su incidencia el aspecto derivado del exceso de consumo. Su responsabilidad es exclusivamente ciudadana y quizás por regulación municipal en el apartado de alumbrado de terrazas, patios y jardines privados.

I.5. Concientización de la contaminación lumínica.

La concientización de la población en las comunidades es el primer factor determinante y en segundo lugar esta lo relacionado con los cuerpos legislativos. A través de este proceso y como acuerdo general entre ambos se debe tomar conciencia de los problemas y proponer soluciones eficaces tal como el ahorro de energía del alumbrado público y la reducción de la contaminación lumínica.

I.5.1. Límites y Zonas²².

Al respecto, en la presente Tesis de Grado se toman en cuenta para la propuesta cinco zonas de Iluminación definidas por la Comisión Internacional del Cielo Oscuro y por la Sociedad de Ingeniería de Alumbrado de América del Norte (IESNA), como se describe a continuación:

Zonas E1:

Las áreas con paisajes oscuros. Los ejemplos son parques nacionales, las áreas de belleza natural excelente y las áreas los observatorios astronómicos.

Zonas E2:

Las áreas de brillo ambiente bajo. Éstas son las áreas residenciales suburbanas y rurales.

Zonas E3:

Las áreas de brillo ambiente elemental. Éstas serán las áreas residenciales urbanas.

Zonas E4:

Las áreas de brillo ambiente alto. Normalmente éstas son áreas urbanas que tienen uso residencial y comercial.

Zonas E1A:

Restricciones de cielo oscuro. Éstas son las áreas de la investigación astronómica, parques que han identificado la preservación del ambiente de noche más oscuro como una prioridad. Aquí la preservación de un paisaje naturalmente oscuro es de suma importancia. Más allá, las características espectrales de la iluminación usadas pueden ser importantes, con una preferencia fuerte para las lámparas de vapor de sodio a baja presión (LPS).

²² Manual del aire libre del código de la iluminación, E.U.A. versión 1,14, 2005, p. 1-90.

I.6. Formas básicas de emisión de luz artificial hacia el cielo²³.

Existen tres formas básicas de emisión de luz artificial hacia el cielo.

- **Directa:** es el más perjudicial. Se produce principalmente por focos o proyectores para el alumbrado de grandes áreas públicas, vialidades, dependencias deportivas, puertos, aeropuertos, fachadas de edificios, etc. Estos focos tienen una inclinación superior a los 20°, por ello parte del flujo de la lámpara es enviado directamente sobre el horizonte, desperdiciando energía luminosa. Estos casos son especialmente graves pues en general utilizan lámparas de gran voltaje. (400 W.- 2000 W.) con una elevado flujo luminoso, de forma que un sólo proyector puede impactar más que una población iluminada de 1.000 habitantes.

Otras instalaciones muy contaminantes de forma directa son los alumbrados decorativos u ornamentales como son los globos y faroles con la lámpara en el centro del farol, en ellos el flujo de luz de la luminaria sale en todas las direcciones, especialmente sobre el horizonte.

El impacto Directo puede eliminarse totalmente dirigiendo la luz solo donde se necesite. En los casos de alumbrados de fachadas o monumentos, donde es difícil evitar que parte del flujo salga fuera de la zona a iluminar, deberían ser apagados a media noche o en las horas que no hay ciudadanos en la calle para observarlos. Los letreros luminosos deberían apagarse siguiendo idénticos criterios y en todo caso evitar que su luz se proyecte hacia el horizonte.

La eliminación del impacto Directo puede suponer un aumento de un 25% en los niveles de iluminación a igualdad de luminarias, por lo que se puede reducir el número de estas o el consumo de las lámparas para obtener los mismos niveles anteriores con menos energía.

- **Por reflexión:** suele tener un impacto inferior a 10 veces el impacto Directo. La diferencia principal con el Directo es que tiene un bajo brillo (millares de veces inferior). Su impacto es importante en grandes instalaciones.

Es difícil evitar totalmente, pero su impacto puede reducirse eliminando excesos en los niveles de iluminación y/o reduciendo estos a altas horas de la noche. También puede disminuirse reduciendo los índices de reflexión de las superficies iluminadas, por ejemplo utilizando colores oscuros.

- **Por refracción:** la refracción suele tener un impacto muy despreciable con respecto a las otras dos y su influencia depende del tamaño y cantidad de partículas del aire entre la fuente de luz y la zona iluminada. Disminuye con la distancia entre la fuente y la zona iluminada.

²³ Sociedad astronómica Granadina, www.astrogranada.org, (3 de marzo de 2006)

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

I.7. Factores del ahorro de la iluminación²⁴.

El grado de ahorro de la iluminación está determinado por:

- La lámpara,
- El programa de mantenimiento,
- El conjunto óptico,
- El sistema eléctrico,
- El entorno, y el observador que determina el grado de ahorro de la iluminación.

La lámpara es el punto de partida para la eficiencia del sistema seguida de los programas de mantenimiento, puesto que los demás componentes representan pérdidas eléctricas ó de luz.

I.7.1. Concepto de Lámpara.²⁵

La eficacia de la lámpara se mide en lúmenes por watt. Un lumen es una unidad para medir la cantidad de luz; un watt es una unidad para medir la cantidad de energía eléctrica usada. La lámpara que da la mayoría de los lúmenes por watt es la lámpara más eficiente. Ver clasificación de luminarias en vía pública Anexo V.

La eficiencia máxima teórica para una fuente luminosa (en color "amarillo" el más sensible del ojo humano) es de 680 lúmenes por watt, y para luz blanca de 240 lúmenes por Watt.

Es necesario aclarar que el ojo humano tiene dos clases de sensores, unos para poca luz (bastones) y otros para condiciones normales (conos). La medida de lúmenes está basada en la sensibilidad de los conos, por lo cual las fuentes con un alto contenido de luz amarilla tiene una mayor eficiencia.

Existe en el alumbrado de calles un rango donde están activos tanto los conos como los bastones, por lo cual es importante considerar la eficiencia de la fuente de luz para ambos sensores. Debido a esto, en niveles de baja iluminación las lámparas de aditivos metálicos tienen una mayor eficiencia que las de sodio. (Ver Tabla 1-1)

²⁴ Factores del ahorro de la iluminación, www.bekolite.com.mx, (3 de marzo de 2006)

²⁵ Manual del aire libre del código de la iluminación, E.U.A. versión 1,14, 2005, p. 1-90.

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

1.7.1.1. Características de las lámparas²⁶. (Ver Tabla 1-2 y Tabla 1-3)

Las fuentes luminosas son muy variadas, como variadas son las aplicaciones, esto es solo un resumen del extenso campo que constituyen las lámparas. Para poder entender esta clasificación es necesario compararlas teniendo en cuenta algunos parámetros fundamentales tales como:

- Vida útil: tiempo durante el cual las lámparas funcionan sin que disminuya el flujo luminoso, considerando una pérdida del 20%.
- Eficacia luminosa: flujo que emite una fuente de luz por cada unidad de potencia eléctrica consumida en su obtención; dicho de una forma más simple: es la cantidad de energía, tomada de la red eléctrica, que la lámpara transforma en luz. La unidad de medida es: lumen/watt (lm/W).
- Reproducción cromática: es la capacidad que posee una fuente de luz de reproducir los colores en forma adecuada y real.

Tabla 1-1. Características de las lámparas (lúmenes).

Tipo de lámpara	Lúmenes por watt	Vida media de la lámpara (horas)
Incandescente	8 – 25	1000 - 2000
Vapor del Mercurio	13 – 48	12000 - 24000+
Aditivos Metálicos	60 – 100	10000 - 15000
Sodio de alta presión	45 – 110	12000 - 24000
Fluorescente	60 – 600	10000 - 24000
Sodio de Presión Baja	80 – 180	10000 - 18000

Tabla 1-2. Tipos de lámparas.

<p>A).- Incandescencia. La luz se produce por termorradiación: un cuerpo alcanza una temperatura elevada y se pone incandescente, emitiendo de esa forma radiaciones electromagnéticas de diferentes longitudes de onda. O sea que la cantidad de luz depende de la temperatura absoluta del radiador. Dentro de este grupo podemos encontrar la luz natural del sol y la luz artificial de las lámparas incandescentes propiamente dichas y las incandescentes halógenas.</p>	A.1.- Incandescentes
	A.2.- Incandescentes Halógenas
<p>B).- Descarga Gaseosa. La luz se genera por la emisión de radiaciones producidas por una descarga eléctrica a través de un gas o vapor. Aquí podemos encontrar las comúnmente llamadas lámparas de descarga gaseosa de vapor de mercurio, vapor de sodio y fluorescentes.</p>	B.1.- Mezcladoras
	B.2.- Vapor de Mercurio
	B.3.- Vapor de Mercurio Halogenado
	B.4.- Vapor de Sodio Baja Presión
	B.5.- Vapor de Sodio de Alta Presión
	B.6.- Fluorescentes Normales
	B.7.- Fluorescentes Compactas

²⁶ Folleto, Sit & Richetta, S.A., 2009, México, D.F.

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

Tabla 1-3. Rendimiento de las lámparas de descarga en alta intensidad.²⁷

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA WATTS	VIDA EN HORAS*	LUMENS INICIALES
Sodio de alta presión	35	16 000	2 250
	50	24 000	4 000
	70	24 000	6 400
	100	24 000	9 500
	150	24 000	16 000
	200	24 000	22 000
	250	24 000	28 000
	310	24 000	37 000
	400	24 000	50 000
	1000	24 000	140 000
Mercurio	100	24 000 +	4 200
	175	24 000 +	8 600
	250	24 000 +	12 100
	400	24 000 +	22 500
	1000	24 000 +	63 000
Halógeno metálico	70	10 000	5 500
	100	15 000	9 000
	175	10 000	14 000
	250	10 000	21 000
	400	20 000	36 000
	1000	12 000	110 000
	1500	3 000	155 000

I.7.1.2. Tipos de distribución de luminarias.

La distribución de luminarias teniendo en cuenta la altura y separación debe ser la adecuada según las necesidades.

- **Distribución asimétrica (Directa):** en este tipo de distribución los valores de las intensidades solo pueden ser medidos con un sólido fotométrico ya que la superficie iluminada no presenta ninguna simetría (longitud > anchura). La distribución asimétrica permite utilizar el flujo luminoso adecuadamente en el alumbrado de calles, carreteras, autopistas, etc.
- **Distribución simétrica (Semidirecta):** en este tipo de distribución los valores que alcanzan las intensidades pueden ser determinados con una sola curva fotométrica, por lo tanto la superficie iluminada mantiene una evidente simetría respecto al eje horizontal y al vertical (longitud = anchura). Este tipo de distribución está recomendado para parques, jardines, plazas, paseos peatonales, etc., utilizando sobre todo lámparas incandescentes.
- **Corto y apagado o de haz recortado (Mixta) (muy utilizado y recomendado para evitar la contaminación lumínica):** Con este tipo de distribución se hace necesario reducir la relación separación y altura, incrementándose el número de lámparas instaladas y por lo tanto la demanda energética de las mismas, por ello es aconsejable utilizar lámparas de alto rendimiento para reducir el consumo de la instalación.

²⁷ Enríquez Harper, Manual práctico del alumbrado, 2003, Editorial Limusa, S.A. de C.V., México, D.F., p. 54

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

- **Semi corto y apagado o de haz semi.- recortado:** Con este tipo de distribución también se hace necesario reducir la mencionada relación de separación y menos altura, pero combinada.
- **Sin corto y no apagado o de haz no cortado:** Este tipo de distribución posibilita mayores separaciones de los puntos de luz, pero su empleo está limitado por el riesgo de causar deslumbramiento a los usuarios de las vías públicas

I.7.2. Programa de mantenimiento²⁸.

Un programa de mantenimiento correctivo y preventivo en los sistemas de iluminación es fundamental, ya que traerá ahorros sustanciales en el consumo energético, por ejemplo en la "Depreciación por suciedad en la luminaria" se define como la eficiencia de una luminaria nueva/limpia contra la eficiencia de otro con acumulación de suciedad en la superficie de refracción o reflexión.

En 1980 después de un documento escrito por el Dr. Ian Lewin del Comité de Iluminación de Carreteras de la Sociedad de Ingenieros de Iluminación de Norteamérica, describe como los diseños de las luminarias y los materiales reflectores interactúan con el polvo y otras partículas del aire, que impactan el nivel de depreciación tanto en la luminaria como en su superficie debido a la limpieza. Se realizaron tres pruebas para determinar el tipo de luminaria que presenta mayor salida en lúmenes durante su vida útil. Se colocaron las luminarias en ambientes altamente contaminantes durante un periodo de seis meses, los resultados indican que las luminarias cerrados experimentaron una depreciación por suciedad de 23%, los luminarias abiertos, con reflector de aluminio tuvieron una depreciación de 12% y el reflector de cristal de 4% de pérdida de luz.

- **Nota.-** En nuestro caso de estudio se observó que aproximadamente el 7% de las luminarias presentan bastante suciedad, lo que origina pérdidas importantes de iluminación, esto originado por la falta de mantenimiento. (Ver Anexo I)

I.7.3. Conjunto óptico.

Es la parte responsable de dirigir la luz hacia el área de aplicación, y dependiendo del diseño puede reducir de manera dramática la eficiencia. Para luminarias exteriores se utilizan reflectores de cristal borosilicato prismático abierto.

De observaciones realizadas, se determinó que el uso de reflectores acrílicos presenta un uso limitado porque más del 20% de la luz del foco se dirige hacia arriba, además con el tiempo se reduce la eficiencia de luz por la acumulación de polvo y partículas. (Ver Anexo I)

²⁸ Folleto, Tecnotipos, 2008, Halophane, S.A. de C.V., México

I.7.4. Sistema eléctrico.

Muchas de las fuentes luminosas necesitan un acoplamiento al suministro eléctrico. Este acoplamiento provee las condiciones necesarias para el arranque y la operación de la lámpara, y se logra mediante un balastro específico a cada fuente. Las pérdidas de un balastro electromagnético tienen principalmente tres componentes. Las pérdidas más directas provienen del alambre que opone resistencia al flujo de la corriente y como resultado se calienta. Otro componente de las pérdidas proviene de las corrientes de Eddy, que son las que circulan en el interior de la laminación del núcleo magnético del balastro. El último componente de las pérdidas proviene de la inercia que presenta una resistencia al alinear los campos magnéticos y son llamadas pérdidas por histéresis.

Diseño eléctrico.

El adecuado diseño de la lámpara, programa de mantenimiento, conjunto óptico y el sistema eléctrico, aunado con el diseño del balastro, determina las pérdidas del sistema eléctrico.

Las pérdidas de un balastro de sodio en alta presión autorregulado para 250 W tiene pérdidas de 40 a 45 W.

Un aspecto a considerar es contar con balastro con periodos de vida más largos

I.7.5. El entorno y observador.

Aun cuando la combinación de la fuente de luz, el conjunto óptico y sistema eléctrico determina la eficiencia básica del alumbrado, el entorno determina la aplicación, al igual que factores externos. Por lo cual no se puede diseñar un proyecto sin evaluar el entorno, como las superficies, configuración de la estructura, etc. También es importante considerar al observador, puesto que puede alterar los requerimientos de alumbrado.

I.8. Función de luminarias.²⁹

El control y utilización de las luminarias adecuadas es muy importante para el control y atenuación del efecto de la contaminación lumínica, pues no todos los tipos de lámparas impactan de igual forma.

En general cuanto mayor sea el espectro donde se emiten mayor es su impacto contaminante. De igual forma hay que evitar que se emitan longitudes de onda fuera del entorno visual del ojo humano, las emisiones en el ultravioleta, aparte de ser inútiles para la iluminación, son radiaciones de gran energía y su alcance es considerable por lo que su impacto contaminante es superior a otras luminarias con un flujo equivalente. (Ver Anexo IV.- Espectro visible por el hombre).

²⁹ Sociedad astronómica Granadina, www.astrogranada.org, (13 de marzo de 2007)

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

En función de su uso se pueden ser clasificadas en:

- De uso vial: las más comunes en las ciudades.
- De uso peatonal: se encuentran en vías compartidas por vehículos y peatones.
- De uso ornamental y deportivo: se deben dirigir de arriba hacia abajo y debe evitarse su utilización con posterioridad a la media noche.

I.9. Lámparas y su impacto contaminante lumínico.³⁰

Por su impacto contaminante en función de su espectro se clasifican en:

- Bajo nivel contaminante.
- Medianamente contaminantes.
- Alto nivel contaminante.

A continuación se describen principalmente las características de las lámparas de bajo nivel contaminante:

I.9.1. Bajo nivel contaminante.

- Lámparas de vapor de sodio a alta presión: emiten sólo dentro del espectro visible. Su luz es amarillenta con rendimientos de color entre 20% y 80%, dependiendo del modelo. Es recomendable para todo tipo de alumbrado exterior. Son las más eficientes del mercado después de las de baja presión.
- Lámparas de vapor de sodio a baja presión: emite prácticamente sólo en una estrecha zona del espectro, dejando limpio el resto. Su luz es amarillenta y monocromática. Es recomendable para alumbrados de seguridad y carreteras fuera de núcleos urbanos. Son las más eficientes del mercado y carece de residuos tóxicos y peligrosos. (90%)

I.9.1.1. Lámparas de vapor de sodio a alta presión. (Ver Figura 1-4)

- Espectro de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.

³⁰ Sociedad astronómica Granadina, www.astrogranada.org, (13 de marzo de 2007)

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

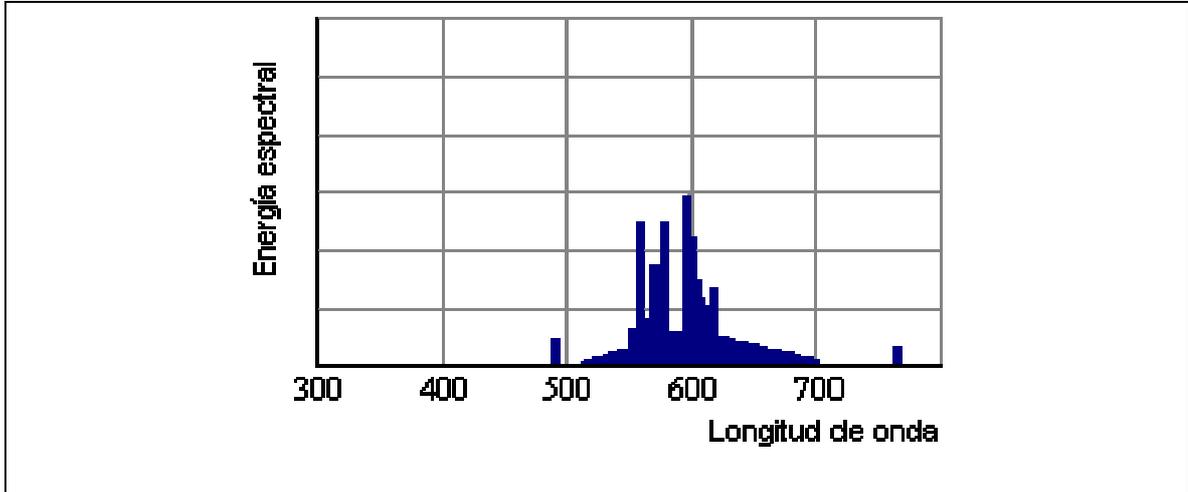


Figura 1-4. Espectro de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión.

Las consecuencias de esto es que tienen un rendimiento en color $T_{\text{color}} = 2100 \text{ K}$ (temperatura de calor kelvin, donde $^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{K} - 273,16$) y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión. No obstante, esto se consigue a base de sacrificar eficacia; aunque su valor que ronda los 130 lm/W (lúmenes/watt) sigue siendo un valor alto comparado con los de otros tipos de lámparas. (Ver Figura 1-5)

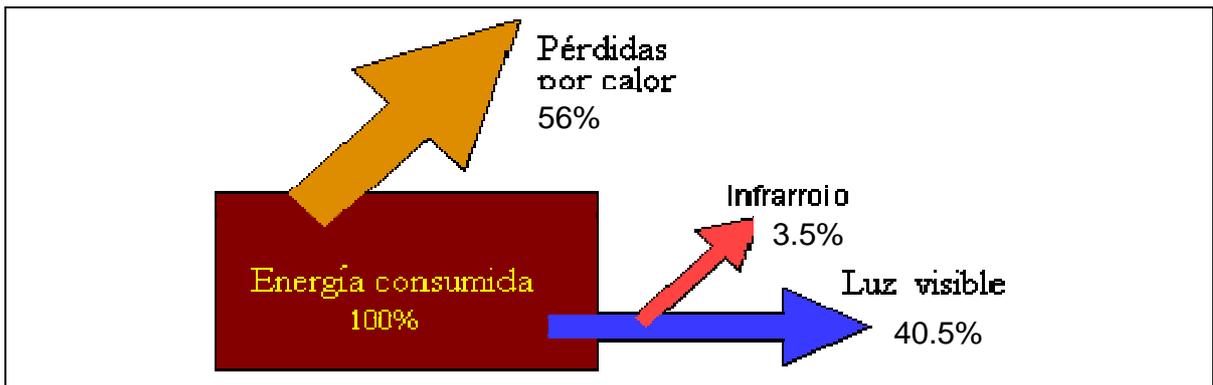


Figura 1-5. Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a alta presión

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

- La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20000 horas y su vida útil entre 8000 y 12000 horas. Entre las causas que limitan la duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo tenemos que hablar del fallo por fugas en el tubo de descarga y del incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que impiden su correcto funcionamiento.

Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas (1000 °C), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga.

En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve. (Ver Figura 1-6)

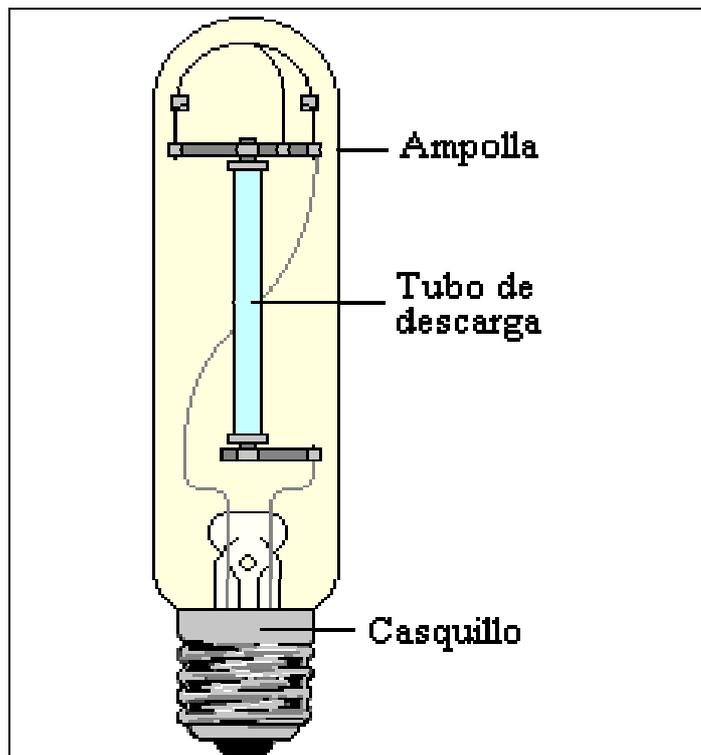


Figura 1-6. Lámpara de vapor de sodio a alta presión.

Este tipo de lámparas tienen muchos usos posibles tanto en iluminación de interiores como de exteriores. Algunos ejemplos son en iluminación de naves industriales, alumbrado público o iluminación decorativa (Ver Tabla 1-4).

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

Tabla 1-4. Tabla comparativa de sustitución de lámparas de vapor de sodio³¹.

Tipo de lámpara convencional	Flujo (lm)	Tipo de lámpara VSAP que la sustituye	Flujo (lm)
Incandescente 75 W	1.070	LVSAP 70 W	6.000
Incandescente 100 W	1.560	LVSAP 70 W	6.000
Incandescente 150 W	2.550	LVSAP 70 W	6.000
Incandescente 200 W	3.200	LVSAP 70 W	6.000
Incandescente 300 W	5.505	LVSAP 70 W	6.000
Incandescente 500 W	9.675	LVSAP 100 W	9.500
Vapor de mercurio 100 W	4.500	LVSAP 70 W	6.000
Vapor de mercurio 125 W	6.000	LVSAP 70 W	6.000
Vapor de mercurio 175 W	8.500	LVSAP 100 W	9.500
Vapor de mercurio 250 W	13.000	LVSAP 150 W	15.000
Vapor de mercurio 400 W	23.000	LVSAP 250 W	26.000
Luz Mixta de 160 W	2.900	LVSAP 70 W	6.000
Luz Mixta de 250 W	5.500	LVSAP 70 W	6.000
Luz Mixta de 500 W	14.750	LVSAP 150 W	15.000

Las lámparas de vapor de sodio se dividen en dos tipos:

- Vapor de sodio a baja presión (SBP): la lámpara de vapor de sodio a baja presión es la que genera más lúmenes por watt del mercado, y por esto es la más utilizada en las lámparas solares. La desventaja de ésta es que la reproducción de los colores es muy pobre.
- Vapor de sodio a alta presión (SAP): la lámpara de vapor de sodio a alta presión es una de las más utilizadas en el alumbrado público ya que tiene un alto rendimiento y la reproducción de los colores se mejora considerablemente aunque no al nivel que pueda iluminar anuncios espectaculares o algo que requiera excelente reproducción cromática.

I.9.1.2. Lámparas de vapor de sodio a baja presión.³²

- Espectro de una lámpara de vapor de sodio a baja presión.

La descarga eléctrica en un tubo con vapor de sodio a baja presión produce una radiación monocromática característica formada por dos rayas en el espectro (589 nm y 589.6 nm) (nm.- manómetro) muy próximas entre sí.

La radiación emitida, de color amarillo, está muy próxima al máximo de sensibilidad del ojo humano (555 nm). Por ello, la eficacia de estas lámparas es muy elevada (entre 160 y 180 lm/W). Otras ventajas que ofrece es que permite una gran comodidad y agudeza visual, además de una buena percepción de contrastes. Por contra, su monocromatismo hace que la reproducción de colores y el rendimiento en color sean muy malos haciendo imposible distinguir los colores de los objetos. (Ver Figura 1-7)

³¹ Enríquez Harper, Manual práctico del alumbrado, 2003, Editorial Limusa, S.A. de C.V., México, D.F., p. 50-60
³² Características de lámparas, <http://edison.upc.edu/curs/llum/extras/biblio.html>, (13 de marzo de 2007)

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

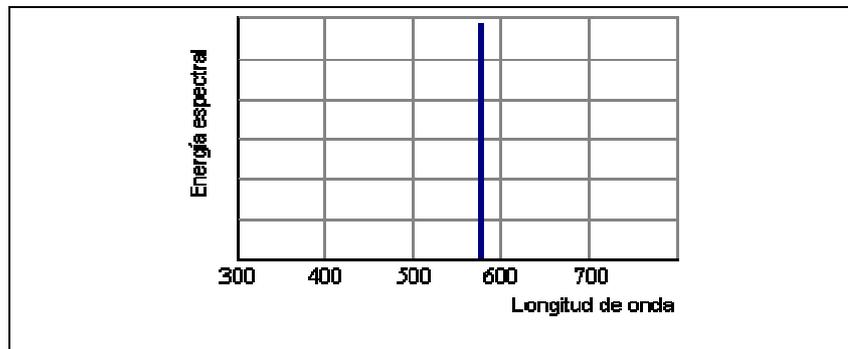


Figura 1-7. Espectro de una lámpara de vapor de sodio a baja presión.

- Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a baja presión. (Ver Figura 1-8)

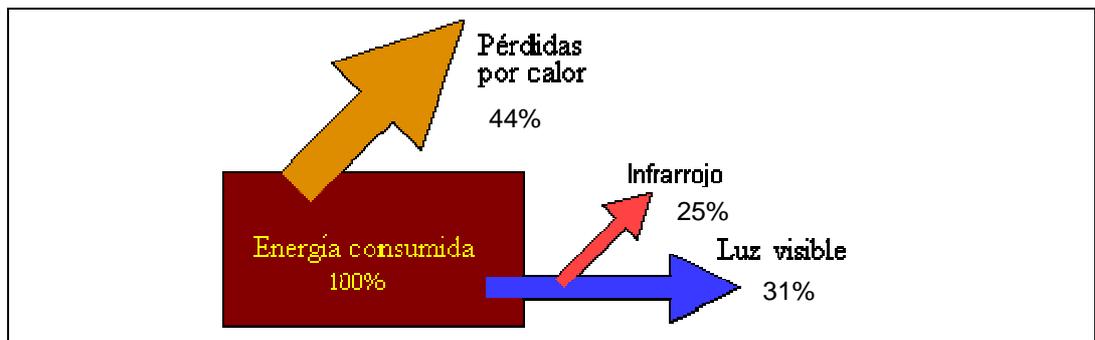


Figura 1-8. Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a baja presión.

- La vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15000 horas y la depreciación de flujo luminoso que sufren a lo largo de su vida es muy baja por lo que su vida útil es de entre 6000 y 8000 horas. Esto junto a su alta eficiencia y las ventajas visuales que ofrece la hacen muy adecuada para usos de alumbrado público, aunque también se utiliza con finalidades decorativas. En cuanto al final de su vida útil, este se produce por agotamiento de la sustancia emisora de electrones como ocurre en otras lámparas de descarga. Aunque también se puede producir por deterioro del tubo de descarga o de la ampolla exterior.
- En estas lámparas el tubo de descarga tiene forma de U para disminuir las pérdidas por calor y reducir el tamaño de la lámpara. Está elaborado de materiales muy resistentes pues el sodio es muy corrosivo y se le practican unas pequeñas hendiduras para facilitar la concentración del sodio y que se vaporice a la temperatura menor posible. El tubo está encerrado en una ampolla en la que se ha practicado el vacío con objeto de aumentar el aislamiento térmico. De esta manera se ayuda a mantener la elevada temperatura de funcionamiento necesaria en la pared del tubo (270 °C). (Ver Figura 1-9)

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

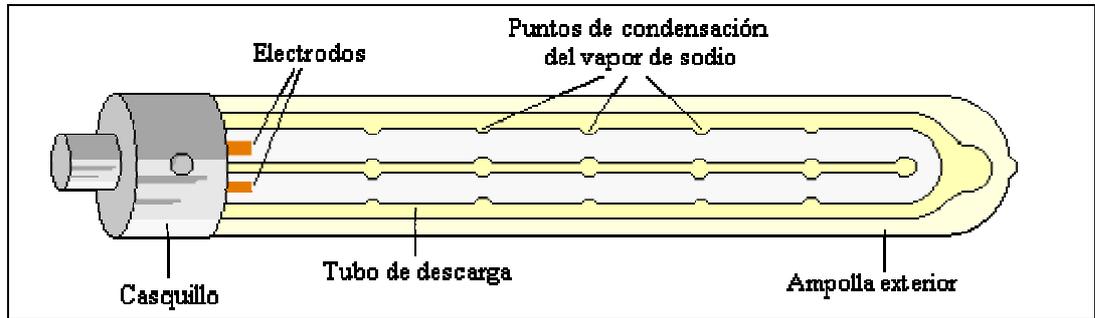


Figura 1-9. Lámpara de vapor de sodio a baja presión.

- El tiempo de arranque de una lámpara de este tipo es de unos diez minutos. Es el tiempo necesario desde que se inicia la descarga en el tubo en una mezcla de gases inertes (neón y argón) hasta que se vaporiza todo el sodio y comienza a emitir luz. Físicamente esto se corresponde a pasar de una luz roja (propia del neón) a la amarilla característica del sodio. Se procede así para reducir la tensión de encendido.
- I.9.2. Medianamente contaminantes. (Ver Figura 1-10)
- Lámparas incandescentes: No emiten en el ultravioleta pero si en el infrarrojo cercano. Su espectro es continuo. Su luz es amarillenta con un rendimiento de color del 100%. No es recomendable para alumbrado exterior, excepto para iluminar detalles ornamentales. Son las más ineficaces del mercado.
 - Lámparas incandescentes halógenas: Son iguales que las incandescentes pero emiten algo más en el ultravioleta si no va provista de un cristal difusor (son peligrosas sin este cristal por emitir en el ultravioleta duro). Son algo más eficaces que las incandescentes.
 - Lámparas fluorescentes en tubos y compactas: Emiten en el Ultravioleta. Su luz es blanca con rendimientos cromáticos entre el 40% y el 90%. Es recomendable para alumbrados peatonales y de jardines. Tienen una alta eficiencia.
- I.9.3. Alto nivel contaminante.
- Lámparas de vapor de mercurio a alta presión: Tienen una elevada emisión en el ultravioleta. Su luz es blanca con rendimientos de color inferiores al 60%. Es recomendable para zonas peatonales y de jardines. Son las menos eficientes del mercado en lámparas de descarga.
 - Lámparas de halogenuros metálicos: Tienen una fortísima emisión en el ultravioleta. Su luz es blanca azulada con rendimientos de color entre el 60% y el 90%. Es recomendable para eventos deportivos importantes y grandes zonas donde se requiera un elevado rendimiento cromático. Son muy eficaces, parecidas al sodio de alta presión, pero de corta vida.

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

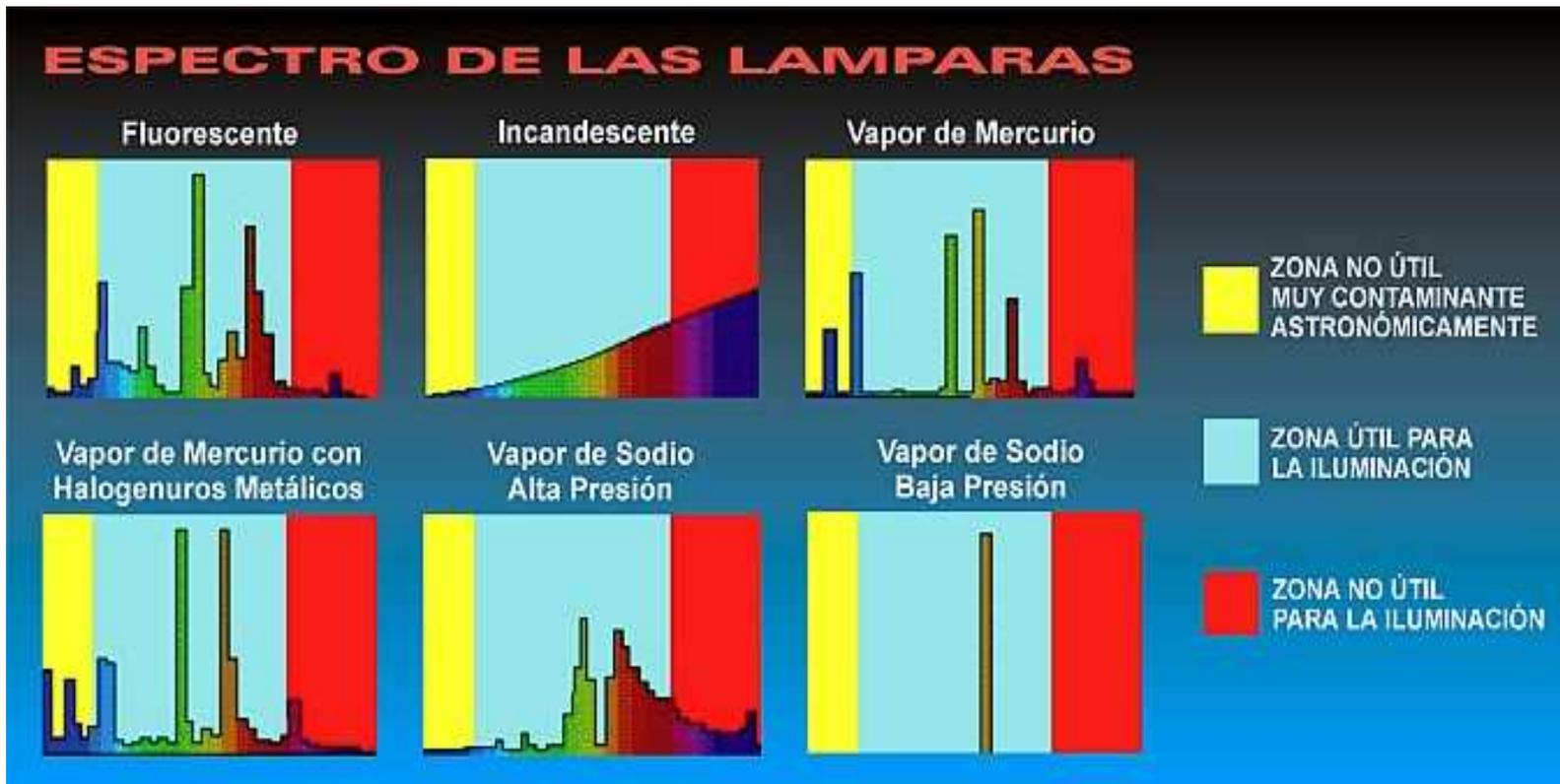


Figura 1-10. Espectro de las lámparas³³.

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen un espectro más útil de luz visible al ojo humano

³³ Manual del aire libre del código de la iluminación, 2005, E.U.A. versión 1,14, p. 1-110.

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

1.10. Consideraciones de pantallas (protectores) en luminarias.³⁴ (Ver Figura 1-11)

El uso de pantallas protectoras impide la dispersión de luz hacia áreas no útiles o hacia el cielo además de evitar el deslumbramiento en conductores de vehículos, para ello se debe considera lo siguiente.

- Evitar los proyectores simétricos: en caso de no ser posible hay que utilizar rejillas que eviten la emisión de luz hacia el horizonte, impidiendo así deslumbramientos de los usuarios.
- Los adecuados son los proyectores asimétricos que proporcionan un 25% de los niveles luminotécnicos y de la uniformidad respecto de los simétricos, ya que emiten su luz hacia el suelo.

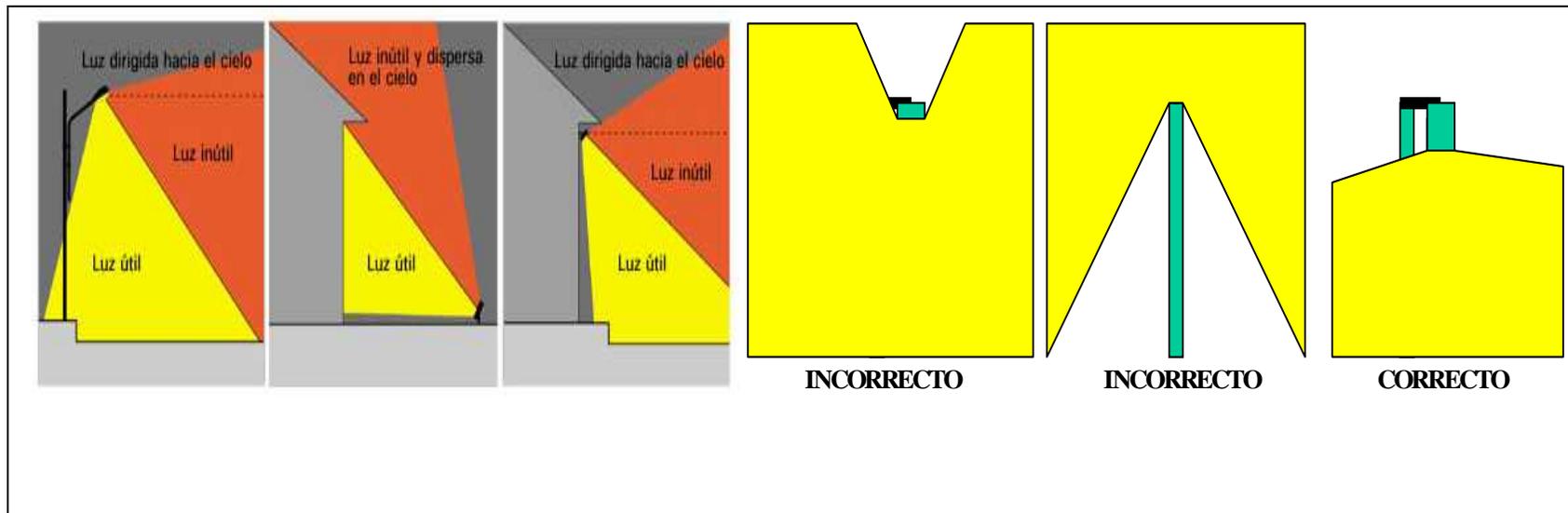


Figura 1-11. Ejemplos de desperdicio de iluminación.³⁵

³⁴ G. Bibé Víctor, Recomendaciones generales para evitarla contaminación lumínica, 2007, Sigmaoctantis, Argentina, P. 1-6
³⁵ Asociación Argentina de Luminotecnia, 2007, Ponencia contaminación lumínica, p. 10-15

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

I.10.1. Curva de iluminación para lámparas con protección y sin protección. (Ver Figura 1-12)

En 1994 Royce Bitzer y Dave Oesper condujo medidas en el terreno de una oscuridad con lámparas de vapor del mercurio de 175 W con y sin el protector de luz. (Resultados: Con protector: 47% más luz en la zona de 0 a 100 pies (30.48 metros).

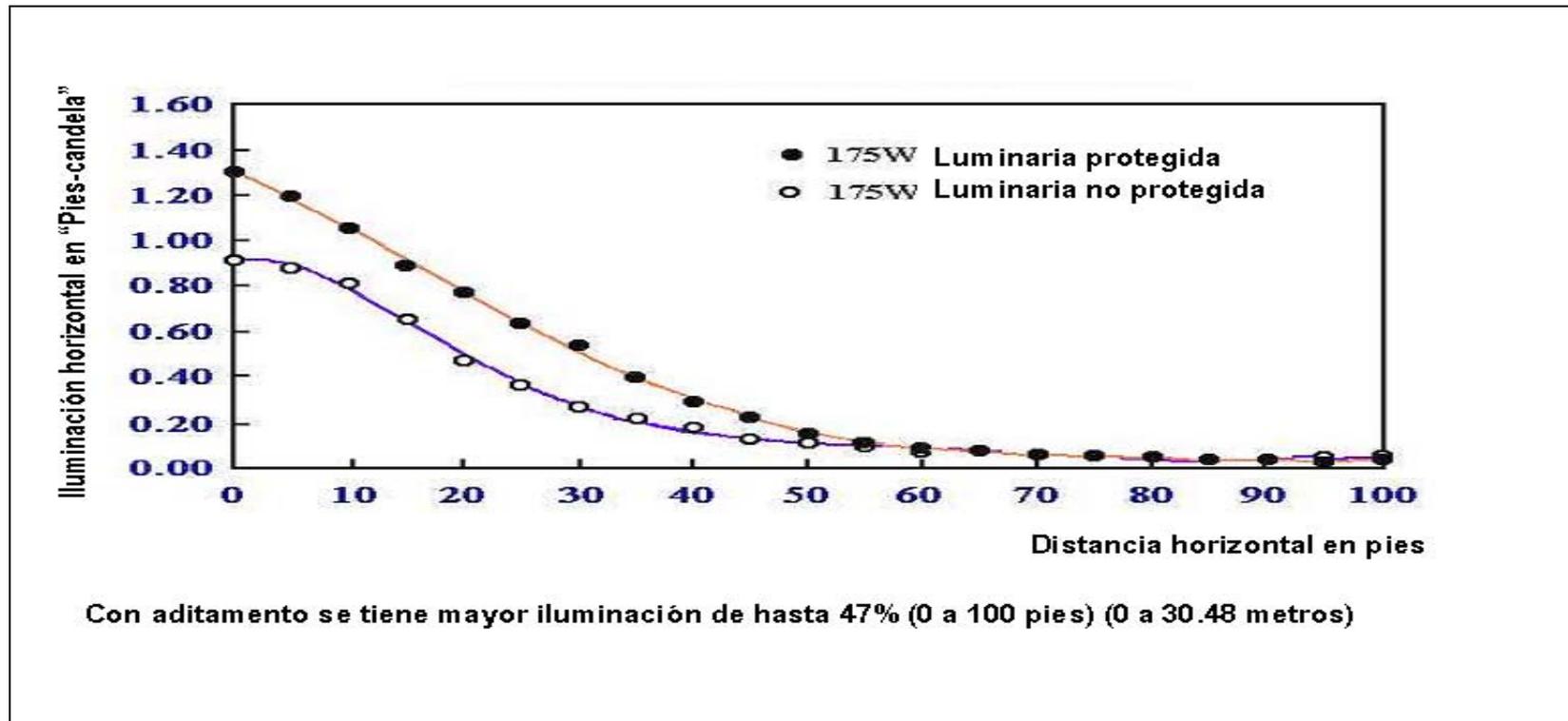


Figura 1-12. Curva de iluminación con aditamento de protección y sin aditamento³⁶

Así mismo, podemos ver en el Anexo V los accesorios de protección con bajos y altos rendimientos, existentes en vía pública.

³⁶ Curva de iluminación, Outdoor Lighting Associates, Inc; email: mailto:outdooritg@aol.com. (30 de mayo de 2007)

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

I.11. Normas básicas de utilización del alumbrado.³⁷ (Ver Figura 1-13)

A continuación, identificamos las normas básicas del alumbrado en exteriores, que incluye el alumbrado público.

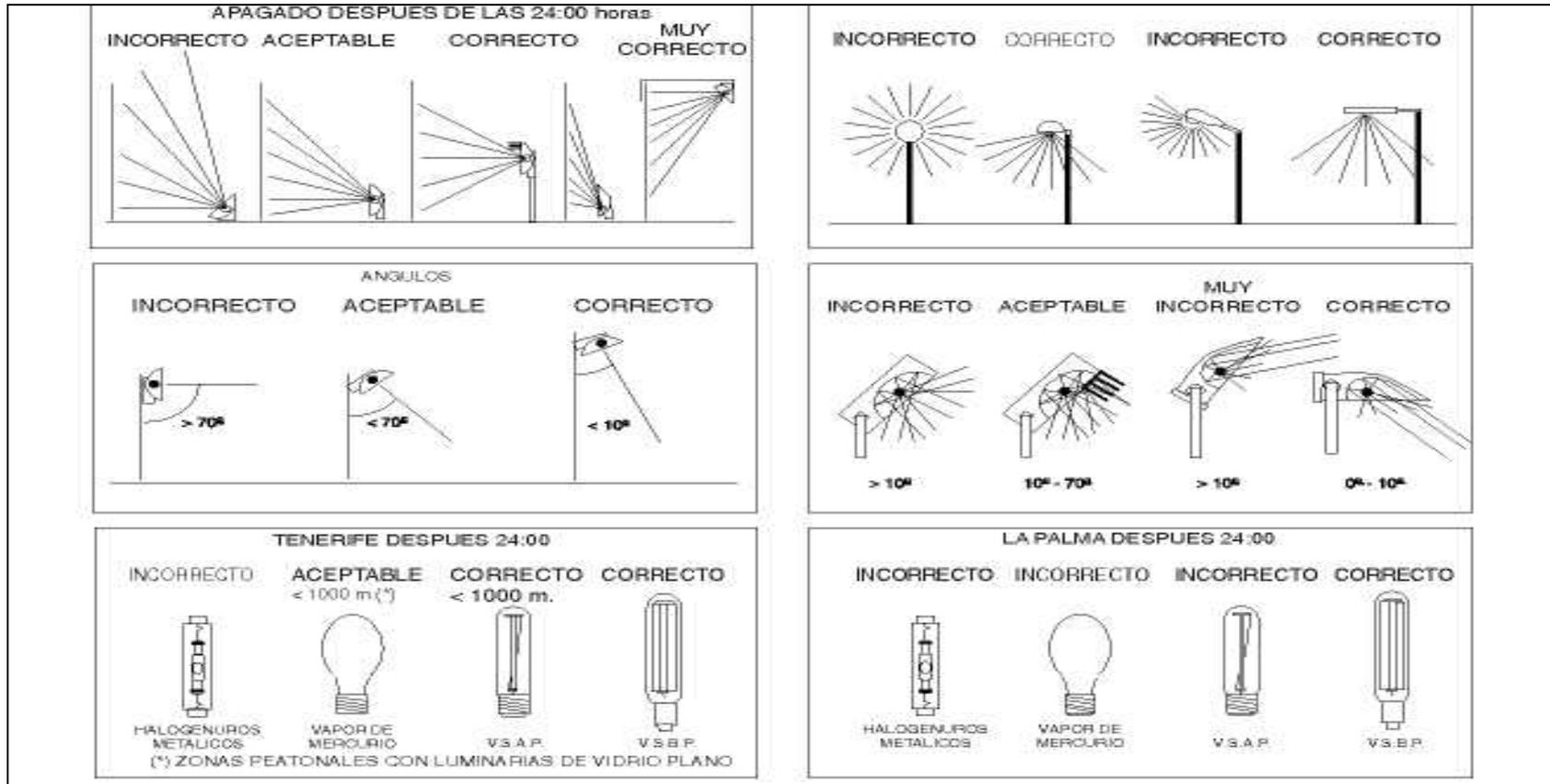


Figura 1-13. Normas básicas de uso del alumbrado³⁸.

³⁷ Normas básicas de utilidad del alumbrado, Sociedad astronómica Granadina, www.astrogranada.org, (15 de abril de 2007)

³⁸ Esquema de recomendaciones, <http://www.iac.es>, (25 de abril de 2007)

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

I.11.1. Diagrama de condiciones óptimas de iluminación pública.³⁹ (Ver Figura 1-14)

En la siguiente figura, se observan las condiciones óptimas en las cual debe instalarse la luminaria en alumbrado público.

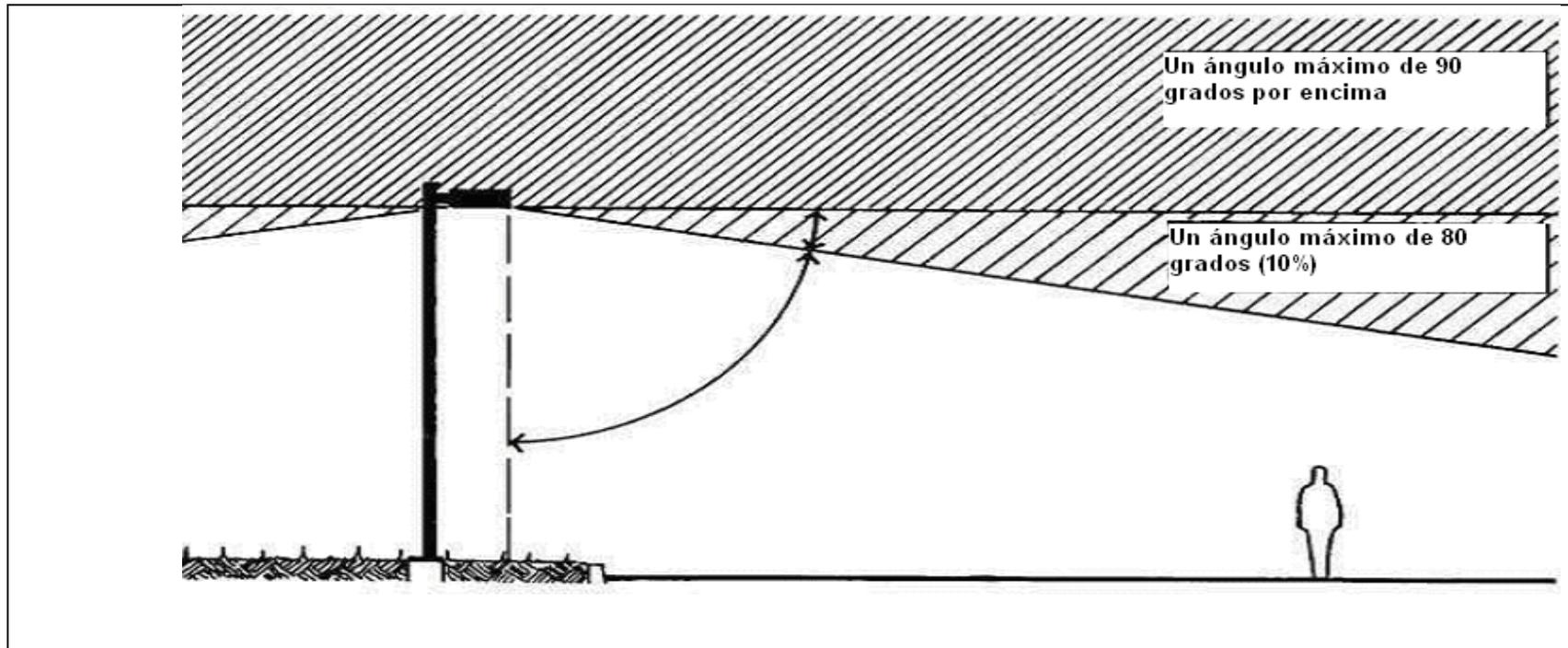


Figura 1-14. Condiciones óptimas de iluminación pública.⁴⁰

- Se debe tener un ángulo de 80° en la zona de iluminación, con un ángulo de 10°, por encima en relación con el protector.
- En el (Ver anexo V), se puede observar la clasificación de luminarias y los accesorios con bajos y altos rendimientos

³⁹ Condiciones optimas de iluminación, www.astrogranada.org, (12 de mayo de 2007)

⁴⁰ Ponencia contaminación lumínica, Argentina, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rosario, aadlcri@uol.com.ar, (18 de mayo de 2007)

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

I.12. Magnitudes y unidades de medida.⁴¹

La luz, al igual que las ondas de radio, los rayos X o los gamma es una forma de energía. Si la energía se mide en joules (J) en el Sistema Internacional, para qué necesitamos nuevas unidades. La razón es más simple de lo que parece. No toda la luz emitida por una fuente llega al ojo y produce sensación luminosa, ni toda la energía que consume, por ejemplo, una bombilla se convierte en luz. Todo esto se ha de evaluar de alguna manera y para ello definiremos (cinco) magnitudes: el flujo luminoso, la intensidad luminosa, iluminancia, el rendimiento o eficiencia luminosa y la cantidad de luz.

I.12.1. Flujo luminoso.⁴²

El flujo luminoso mide la energía global emitida por una fuente luminosa que generalmente se calculan en laboratorio como en el Centro Nacional de Metrología (CENAM), cuando hablamos de 25 W o 60 W nos referimos sólo a la potencia consumida por la lámpara de la cual solo una parte se convierte en luz visible, es el llamado flujo luminoso. Se puede medir en watts (W), sin embargo el lumen (símbolo: lm) es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa percibida. Empíricamente se ha demostrado que a una radiación de 555 nm de 1 W de potencia emitida por un cuerpo negro le corresponden 683 lúmenes.

Se define el flujo luminoso (I) como la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible.

Su símbolo es Φ su unidad es el lumen (lm). A la relación entre watts y lúmenes se le llama equivalente luminoso de la energía y equivale a:

$$1 \text{ watt-luz a } 555 \text{ nm} = 683 \text{ lm}$$

I.12.2. Intensidad luminosa.

Se conoce como intensidad luminosa al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela (cd).

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

El ángulo ω se mide en una la esfera integradora de Ulrich en laboratorio.

⁴¹ García Fernández Javier, 2007, Oriol Boixs, S.A., E.U.A., p. 10

⁴² Patricia Camporeale y Gautam Dutt, 2006, Edit. Universidad Tecnológica Nacional, U.T.N., Argentina Cap I, p. 1-20

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

I.12.3. Iluminancia.

Se define iluminancia como el flujo luminoso recibido por una superficie (S). Su símbolo es E y su unidad el lux (lx) que es un lm/m².

Luminancia	Símbolo: E	$\text{lux} = \frac{\text{lumen}}{\text{m}^2}$
	Unidad: lux (lx)	

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Lo que ocurre con la iluminancia se conoce por la ley inversa de los cuadrados que relaciona la intensidad luminosa (I) y la distancia a la fuente. Esta ley solo es válida si la dirección del rayo de luz incidente es perpendicular a la superficie.

La ley de la inversa del cuadrado o ley cuadrática inversa refiere a algunos fenómenos físicos cuya intensidad disminuye con el cuadrado de la distancia al centro donde se originan. En particular, se refiere a fenómenos ondulatorios (sonido y luz) y campos centrales, y que no es tema de la presente tesis de grado.

Se llama luminancia a la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su símbolo es L y su unidad es la (candela metro) cd/m². (Ver Figura 1-15)

Por su parte, la candela-metro es la unidad de medida de iluminación por metro cuadrado de una superficie situada a un metro de una fuente luminosa puntual de una candela.

Esta cantidad es equivalente a la que en 1948, en la conferencia general de pesos y medidas, se definió como una sexagésima (1/60) parte de la luz emitida por un centímetro cuadrado de platino puro en estado sólido a la temperatura de su punto de fusión (2046 K)⁴³.

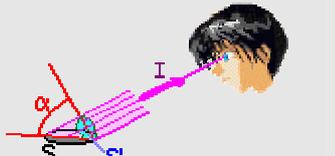
Luminancia	Símbolo: L	
	Unidad: cd/m ²	

Figura 1-15. Iluminancia

$$L = \frac{I}{S_{\text{aparente}}} = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha}$$

Donde: S.- Es la superficie visual

α = Ángulo visual de incidencia en la superficie.

- Los cálculos se realizan en laboratorio.

⁴³ Obtenido de "<http://es.wikipedia.org/wiki/Candela>"

I.12.4. El Rendimiento Luminoso. (Ver Figura 1-16)

Se define como el cociente entre el flujo luminoso producido y la potencia eléctrica consumida, que viene con las características de las lámparas (25 W, 60 W...). Mientras mayor sea mejor será la lámpara y menos gastará. La unidad es el lumen por watt (lm/W).



Figura 1-16. Potencia eléctrica consumida.

Ecuación del rendimiento luminoso.

Rendimiento luminoso	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Flujo luminoso}}{\text{Potencia consumida}}$
----------------------	--

$$\eta = \frac{\Phi}{W}$$

I.13. Programa para el Ahorro de Energía.⁴⁴

En la presente Tesis de Grado, proyecto se busca incidir en la reducción de emisiones contaminantes lumínicas generadas por el alumbrado público, como respuesta en la reducción del consumo de energía eléctrica, de conformidad con el Programa de Ahorro de Energía y Guías Informativas, se desarrollo la metodología para lo relacionado al ahorro de energía, ya que el programa y guías antes citados, ofrecen información básica de carácter técnico y de procedimientos para el uso más eficiente y racional de los recursos energéticos del servicio de alumbrado público.

La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), desarrollo un programa para propiciar la eficiencia energética, en el ámbito del servicio público, en donde participan:

⁴⁴ Secretaria de Energía, Guías informativas sobre alumbrado público, 2005 (Actualización 2008), CONAE, México

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

- Secretaría de Energía.- (SENER)
- La Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- Luz y Fuerza del Centro (LFC).
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).
- Centro Nacional de Desarrollo Municipal (CEDEMUN).
- Secretaría de Gobernación (SG)
- Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (SNC) (BANOBRAS).

I.13.1. Financiamiento.

Es destinado para los Gobiernos que requieran realizar inversiones en infraestructura básica, urbana y de servicios y que no dispongan de recursos propios, pueden solicitar crédito, en primera instancia, al Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS).

- BANOBRAS, a través del Programa de financiamiento para el ahorro y uso eficiente de energía, apoya acciones de modernización de los sistemas de alumbrado público, mediante financiamiento tanto para la realización de estudios y proyectos, como para la ejecución de acciones derivadas de los mismos. Se pueden apoyar de acciones aisladas como la sustitución de lámparas y la ejecución de proyectos integrales que incluyen la capacitación del personal, el equipamiento, el fortalecimiento institucional y las refacciones para el mantenimiento del sistema de alumbrado público, siempre con el interés de dar la sustentabilidad del mismo en el largo plazo. Se busca que la fuente de pago se integre por los ahorros que se obtengan en la facturación por la utilización de equipos eléctricos más eficientes.

I.13.2. Condiciones, básicas del crédito.

Se financia el proyecto hasta el 100% del monto de la inversión, con plazo de 7 años, que incluye tanto el periodo de inversión, como el de amortización y, el de gracia a capital no mayor de 6 meses y tasa de interés de 2.5 puntos porcentuales revisables mensualmente, con comisiones de 1% de apertura y 1% sobre disposiciones.

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

I.13.3. Tipos de problemas existentes en el área de estudio. (Ver Tabla 1-5)

En la siguiente tabla, se muestran las áreas de oportunidad, esto tomando como referencia las consideraciones realizadas por el CONAE:

Tabla 1-5. Áreas de Oportunidad.

TIPO	DESCRIPCION
Económicos	<ul style="list-style-type: none">• Elevados consumos de energía eléctrica y del monto de la facturación.• Recursos presupuestales insuficientes.
Técnicos	<ul style="list-style-type: none">• Inadecuada selección del tipo de luminaria.• Censos no actualizados de luminarias.• Desconocimiento de las NOM (servicio de alumbrado público).
Administrativos	<ul style="list-style-type: none">• Falta de programas de mantenimiento.• Sistemas inadecuados de adquisiciones.
Política Pública	<ul style="list-style-type: none">• Carencia de programas a mediano y largo plazo.• Desconocimiento de fuentes de financiamiento.
Capacitación	<ul style="list-style-type: none">• Inadecuada preparación administrativa del personal responsable.• Desconocimiento de las tecnología más eficientes.• Desconocimiento de procedimientos para la elaboración de censos, cambio de lámparas y supervisión de la correcta operación del sistema.
Otros factores	<ul style="list-style-type: none">• Limitada planificación de las adquisiciones de alumbrado.• Inexistencia de planos de los sistemas de alumbrado.• Desconocimiento del número de luminarias instaladas.• Falta de sistematización de los procesos necesarios para la operación, el mantenimiento y la reparación del alumbrado.

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

I.13.4. Aspectos técnico operativos.

La contaminación lumínica está relacionada directamente en los niveles de consumo y de la eficiencia energética y aprovechamiento de oportunidades económicas, para ello es necesario establecer medidas de control de acuerdo con los límites establecidos para cada lugar, en concordancia con los la aplicación de medidas de modernización del equipamiento y la administración.

El análisis de estas medidas nos lleva a determinar las posibles soluciones de acuerdo con los siguientes puntos estratégicos de valoración:

I.- Aspectos técnicos:

- La utilización de equipos eficientes.
- Adecuación de los niveles de iluminación.
- Aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas en obras nuevas o ampliaciones del alumbrado público.

II.- Aspectos de logística:

- Realizar censos de luminarias y planos.
- Captura en bases de información.
- Digitalización de planos.
- Procesamiento y análisis de la información.
- Determinación de oportunidades en planos para el ahorro de energía y contaminación lumínica.
- Determinar las medidas de ahorro de energía.

III.- Aspectos Administrativos:

- Establecer y desarrollar el programa de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de iluminación.
- Establecer y desarrollar un programa de control de inventarios de consumibles.
- Establecer un programa de logística operacional.
- Establecer un programa sistemático moderno de procedimientos contables.

III.- Aspectos Sociales:

- Establecer un programa de concientización en la comunidad para el ahorro energético y sus efectos en la reducción de contaminantes atmosféricos, la contaminación lumínica y sus efectos en la flora y fauna del sitio, así como su influencia en la reducción de accidentes y seguridad pública.

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

I.13.5. Aspectos técnico - administrativos.

Cada sitio de aplicación tiene condiciones y posibilidades diferentes para el inicio del ahorro de energía en el alumbrado público y sus aplicaciones en la reducción de emisiones contaminantes lumínicos. Este es un aspecto que se debe considerar de acuerdo a las posibilidades económicas de cada lugar a corto y mediano plazo, para ello es necesario seleccionar los escenarios futuros de la vida en el lugar de estudio y las necesidades en el ahorro de energía.

I.- Análisis de la situación.

- Determinar las problemáticas existentes.
- Determinar las alternativas técnicas y financieras.
- Disponibilidad de los recursos humanos, materiales y económicos.
- Determinar los plazos de aplicación.
- Determinar los beneficios que se espera alcanzar.- Ahorro de energía, económicos y sus efectos ambientales en aplicación para la contaminación lumínica.

II.- Operación.

- Realizar un censo de alumbrado público.
- Elaboración de un plano descriptivo de alumbrado público (incluir transformadores).
- Definir los canales de suministro del servicio de energía eléctrica (definir líneas estratégicas.- Incluir fuentes de suministro) y relaciones (contactos).
- Ejecutar y realizar un programa de capacitación del sitio de estudio en materia de mantenimiento, contaminación lumínica y administración de instalaciones de alumbrado público.
- Implantar y poner en operación un sistema computarizado para la operación de los sistemas de alumbrado (depende de los recursos).

I.13.6. Acciones del censo. (Ver Anexo II)

- Definir quién realizara el censo. (En nuestro caso dos técnicos facilitados por la Delegación Tlalpan).
- Capacitación al personal que realizará el trabajo. Este lo realizo el tesista de acuerdo con información proporcionada por personal de la CONAE.
- Obtener los planos de la zona.
- Definir un sistema de foliado y censado para la identificación de las instalaciones. En el caso de la presente tesis, no se colocó dicho sistema de foliado, solo localizándolo en mapa digitalizado.
- Localización de los puntos de luz, levantar el censo y registrar los datos en los formatos. (esto se realizó con los formatos proporcionados por las guías de la CONAE)

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

I.13.7. Capacitación.

El levantamiento del censo debe ser realizado por personas capacitadas. Esta capacitación incluye lo siguiente:

- Concientización acerca de la importancia del ahorro de energía y sus beneficios a la comunidad.
- Concientización acerca de la importancia de la contaminación lumínica y sus beneficios a la comunidad.
- Sistemas de identificación visual de los elementos del alumbrado.
- Identificación de problemas y las posibles causas que los originan: (Cortos circuitos, parpadeo de lámparas, corta vida de lámparas y balastos, bajo voltaje y aterrizados).
- Procedimiento para cambio de lámparas, balastos, luminarias, fotoceldas, difusores y refractores, etc.
- Manejo de planos de trabajo.
- Procedimientos para elaborar reportes de los puntos de luz.
- Actualización de tecnologías y efectos en el ahorro de energía.
- Identificación de zonas para medición de niveles de iluminación.

I.13.8. Sistema de foliado.

Para el presente proyecto, se recomienda utilizar placas para identificar los puntos de luz.

FOLIO: 0001 LOCALIZACION 001

I.13.9. Datos para el censo. (Ver Tabla 1-6) (Ver Anexo II)

- Elementos básicos del equipo de alumbrado público.
 - Lámparas.
 - Balastos.
 - Luminarias.
 - Postes.
- Levantamiento del censo.

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA CONTAMINACION LUMÍNICA Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

Tabla 1-6. Aspectos del Censo (Definición del Personal de Apoyo)

ACCIÓN	PERSONA QUE LA REALIZA
Toma de datos	Técnico
Colocar la placa de identificación	No aplica
Marcar en el plano de trabajo los puntos de luz	Tesista
Señalar la distancia aproximada entre los postes	No aplica
Registrar el número de folio correspondiente	Tesista

I.13.10. Bases de datos.

Los datos del censo permitieron la integración en una base de datos, a partir de la información contenida se desarrollan actividades tales como:

- Se utilizó para el Censo el software denominado SAP “Sistema de alumbrado público”, proporcionado por el CONAE, (Ver Anexo III), para la integración de la información.
- Señalar los folios de cada punto de luz en el plano digitalizado.
- Cálculo del monto de facturación.
- Identificación de luminarias en plano digitalizado.
- Asimismo se realizó una correlación con la cantidad de iluminación emitida y
- Se calculó la huella de CO₂, por consumo de combustibles fósiles utilizados para generar electricidad.

I.14. Metodología

Para desarrollar la presente Tesis de Grado, fue difícil encontrar información sobre este tema, ya que en México la problemática relacionada con la contaminación lumínica es prácticamente nula, y el marco legal es pobre y no existe la reglamentación y normatividad ambiental respectiva, por ello se desarrollo la siguiente metodología.

- Investigación bibliográfica en libros, revistas especializadas, periódicos e internet.
- Investigación del marco legal y normativo.
- Recopilación de información en centros especializados (CONAE).
- Determinación del sitio de estudio, esto implica la justificación, para ello se determino un área natural protegida que cuente con flora y fauna nativa, y que tenga problemática de iluminación.
- Definir los objetivos.
- Recopilación de datos en campo.
- Clasificación y análisis de la información.
- Vinculación de resultados de contaminación lumínica y el ahorro de energía.
- Finalmente la presentación de resultados.

CAPÍTULO II

MARCO LEGAL Y NORMATIVO.

CAPITULO II. MARCO LEGAL Y NORMATIVO.

En el presente marco legal y normativo nos referimos principalmente al Distrito Federal, no dejando de realizar un análisis exhaustivo en el resto de México e Internacional, y lo enfocamos principalmente en el ahorro de energía, preservación de áreas naturales protegidas desde un enfoque de sus efectos con la contaminación lumínica relacionados con el alumbrado público.

II.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos⁴⁵.

En la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, podemos identificar el:

ARTÍCULO 4o.- Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.

ARTÍCULO 25. Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

Título Quinto

De los Estados de la Federación y del Distrito Federal

Artículo 115. Los Estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa el Municipio Libre, conforme a las bases siguientes:

III. Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes:

b) Alumbrado público.

II.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.⁴⁶

Desde la legislación ambiental del Distrito Federal:

ARTICULO 5o.- Son facultades de la Federación:

XV.- La regulación de la prevención de la contaminación ambiental originada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente;

ARTICULO 7o.- Corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

VII.- La prevención y el control de la contaminación generada por la emisión de ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales al equilibrio ecológico o al ambiente, proveniente de fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, así como, en su caso, de fuentes móviles que conforme a lo establecido en esta Ley no sean de competencia Federal;

⁴⁵ Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, D.O.F., 24 de agosto de 2009, p. 1-67

⁴⁶ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.- D.O.F., 7 de enero de 2000, México, p. 2-52

CAPÍTULO II

MARCO LEGAL Y NORMATIVO.

ARTICULO 8o.- Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

VI.- La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, radiaciones electromagnéticas y lumínica y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente, proveniente de fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios, así como la vigilancia del cumplimiento de las disposiciones que, en su caso, resulten aplicables a las fuentes móviles excepto las que conforme a esta Ley sean consideradas de jurisdicción federal;

CAPÍTULO VIII

Ruido, Vibraciones, Energía Térmica y Lumínica, Olores y Contaminación Visual

ARTICULO 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.

En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.

ARTÍCULO 156.- Las normas oficiales mexicanas en materias objeto del presente Capítulo, establecerán los procedimientos a fin de prevenir y controlar la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores, y fijarán los límites de emisión respectivos.

La Secretaría de Salud realizará los análisis, estudios, investigaciones y vigilancia necesarias con el objeto de localizar el origen o procedencia, naturaleza, grado, magnitud y frecuencia de las emisiones para determinar cuándo se producen daños a la salud.

La Secretaría, en coordinación con organismos públicos o privados, nacionales o internacionales, integrará la información relacionada con este tipo de contaminación, así como de métodos y tecnología de control y tratamiento de la misma.

CAPÍTULO II

MARCO LEGAL Y NORMATIVO.

CAPÍTULO II

Distribución de Competencias y Coordinación

ARTICULO 4o.- La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios ejercerán sus atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.

ARTICULO 5o.- Son facultades de la Federación:

XV.- La regulación de la prevención de la contaminación ambiental originada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente;

II.2.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas (LGEEPA).

- El reglamento de la LGEEPA, establece que:

Artículo 87.- De acuerdo con la declaratoria podrán establecerse las siguientes prohibiciones, salvo que se cuente con la autorización respectiva:

XV.- Utilizar lámparas o cualquier fuente de luz para aprovechamiento u observación de ejemplares de la vida silvestre;

II.3. Ley General de Vida Silvestre (LGVS).⁴⁷

- La LGVS, establece que:

Artículo 47. La Secretaría promoverá el desarrollo del Sistema Nacional de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre en las zonas de influencia de las áreas naturales protegidas, con el propósito de reforzar sus zonas de amortiguamiento y dar continuidad a sus ecosistemas.

Asimismo, la Secretaría promoverá que dentro de las áreas naturales protegidas, que cuenten con programa de manejo, el Sistema Nacional de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, involucre a los habitantes locales en la ejecución del programa mencionado anteriormente dentro de sus predios, dando prioridad al aprovechamiento no extractivo, cuando se trate de especies poblaciones amenazadas o en peligro de extinción.

Por lo anterior, las áreas naturales protegidas deberán contar con un manejo adecuado de especies en peligro de extinción, como son las endémicas del Cerro Tetequilo.

47 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE, D.O.F. 3 de julio de 2000, Última reforma publicada DOF 14-10-2008, México, p. 18

CAPÍTULO II

MARCO LEGAL Y NORMATIVO.

II.4. Ley Ambiental del Distrito Federal.⁴⁸

Artículo 5° Para los efectos de esta ley, se estará a las definiciones de conceptos que se contienen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley de Aguas Nacionales y la Ley Forestal, así como las siguientes:

Áreas Naturales Protegidas: las zonas sujetas a conservación ecológica, los parques locales y urbanos establecidos en el Distrito Federal para la conservación, restauración y mejoramiento ambiental; (Cerro Tetequilo)

ARTÍCULO 9° Corresponde a la Secretaría, además de las facultades que le confiere la ley orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal, el ejercicio de las siguientes atribuciones:

XLII.- Prevenir o controlar la contaminación visual, así como la originada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, olores, vapores o cualquier otro tipo de actividad que pueda ocasionar daños a la salud de la población, al ambiente o los elementos naturales, en fuentes de competencia del Distrito Federal;

TITULO QUINTO

De la Prevención, Control y acciones contra la Contaminación Ambiental.

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

ARTÍCULO 123.- Todas las personas están obligadas a cumplir con los requisitos y límites de emisiones contaminantes a la atmósfera, agua, suelo, subsuelo, redes de drenaje y alcantarillado y cuerpos receptores del Distrito Federal establecidos por las normas aplicables o las condiciones particulares de descarga que emita la Secretaría de Medio Ambiente. Quedan comprendidos también en esta prohibición, la generación de contaminantes visuales y las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica y olores, de acuerdo con las disposiciones jurídicas aplicables.

SECCIÓN V

DE LA CONTAMINACIÓN TÉRMICA, VISUAL Y LA GENERADA POR RUIDO, OLORES, VAPORES Y FUENTES LUMINOSAS

ARTÍCULO 151.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, gases, olores y vapores, así como la contaminación visual que rebasen las normas oficiales mexicanas y las normas ambientales para el Distrito Federal correspondientes. La Secretaría, en coordinación con las demarcaciones territoriales del Distrito Federal, adoptarán las medidas necesarias para cumplir estas disposiciones, e impondrán las sanciones necesarias en caso de incumplimiento.

Los propietarios de fuentes que generen cualquiera de estos contaminantes, están obligados a instalar mecanismos para recuperación y disminución de vapores, olores, ruido, energía y gases o a retirar los elementos que generan contaminación visual.

48 Ley Ambiental del Distrito Federal.- G.O.D.F., 13 de enero de 2000, México, p. 1-44

CAPÍTULO II

MARCO LEGAL Y NORMATIVO.

II.4.1. Síntesis de los delitos contra el ambiente. (Ver Tabla 2-1 y Tabla 2-2-)

Al localizarse el caso de estudio en un área natural protegida, los invasores están sujetos a los siguientes delitos.

Tabla 2-1. Delitos en áreas naturales.⁴⁹

<i>Delito básico</i>	<i>Penas por comisión simple</i>	<i>Agravantes o atenuantes</i>	<i>Penas calificadas</i>
Invasión y ocupación (en los 5 elementos comunes) Art. 343	3 a 9 años de prisión 1,000 a 5,000 días multa	a) Realizar la invasión con violencia b) Instigar, promover, dirigir o incitar la invasión	UNA MITAD MÁS 4.5 a 13.5 años de prisión 1,500 a 7,500 días multa
Cambio de uso de suelo (en los 5 elementos comunes) Art. 343 bis	3 a 9 años de prisión 1,000 a 5,000 días multa	El cambio de uso de suelo se realice de uno a otro de los usos de suelos previstos en el programa o programas	UNA MITAD MENOS 1.5 a 4.5 años de prisión 500 a 2,500 días multa
Descarga o depósito de residuos de la construcción (en los 5 elementos comunes o en una ZRMA) Art. 344	1 a 5 años de prisión 300 a 1,500 días multa	a) Descarga de más de 3 m ³	OTRA PENA MAYOR 3 a 9 años de prisión 1,000 a 5,000 días multa
Extracción de suelo o cubierta vegetal de por volumen igual o mayor de 2m ³ Art. 344 bis	6 meses a 5 años de prisión 500 a 2,000 días multa	NO SE ESTABLECEN	NO SE ESTABLECEN
Incendios (en los 5 elementos comunes) Art. 345	2 a 5 años de prisión 1,000 a 5,000 días multa	a) Se afecte un área de 5 hectáreas o más b) Se afecten 1,000 o más metros cúbicos rollo total árbol, de recursos forestales maderables	UNA MITAD MÁS 3 a 7.5 años de prisión 1,500 a 7,500 días multa
Tala, derribo o muerte de uno o más árboles (en cualquier lugar) Art. 345 bis	3 meses a 5 años de prisión 500 a 2,000 días multa	a) Se cometa en área de valor ambiental b) Se cometa en área natural protegida	SE DUPLICA 6 meses a 10 años de prisión 1,000 a 4,000 días multa

Tabla 2-2. Delitos ambientales en fuentes fijas.

<i>Delito básico</i>	<i>Penas por comisión simple</i>	<i>Agravantes o atenuantes</i>	<i>Penas calificadas</i>
Contaminación por emisión de gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, provenientes de fuentes fijas ubicadas en el Distrito Federal o de fuentes móviles que circulan en el Distrito Federal (en cualquier lugar) Art. 346, f. I	2 a 6 años de prisión 1,000 a 5,000 días multa	Realizar la conducta en uno de los elementos comunes o en una ZRMA	UNA MITAD MÁS 3 a 9 años de prisión 1,500 a 7,500 días multa
Contaminación por descargar, depositar o infiltrar aguas residuales, residuos sólidos o industriales no peligrosos, líquidos químicos o bioquímicos (en cualquier lugar) Art. 346, f. II			
Contaminación por descargar, depositar o infiltrar residuos sólidos, líquidos o industriales de manejo especial (en cualquier lugar) Art. 346, f. III			
Contaminación por generar emisiones de energía térmica o lumínica, olores, ruidos o vibraciones, provenientes de fuentes fijas ubicadas en el DF o móviles que circulan en el DF (en cualquier lugar) Art. 346, f. IV			
Realización de actividades riesgosas (en cualquier lugar) Art. 346, f. V			
Contaminación por generar, manejar o disponer residuos sólidos o industriales no peligrosos Art. 346, f. VI			

⁴⁹ Secretaría del Medio Ambiente del G.D.F., Curso de formación de inspectores 2007, México, .D.F.

CAPÍTULO II

MARCO LEGAL Y NORMATIVO.

II.5. Programa de retribución por la conservación de servicios ambientales en reservas ecológicas comunitarias.⁵⁰

Diagnóstico

El Suelo de Conservación está constituido por terrenos de cultivo, poblados rurales y áreas naturales cubiertas por bosques, matorrales y pastizales. Comprende porciones territoriales ubicadas en las delegaciones políticas de Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Tlalpan, Xochimilco, Tláhuac e Iztapalapa; la totalidad de la delegación de Milpa Alta, el Cerro de la Estrella en Iztapalapa, así como la Sierra de Guadalupe y otras secciones ubicadas en la delegación Gustavo A. Madero.

El Suelo de Conservación aporta servicios ambientales fundamentales para la Ciudad de México, como son la recarga del acuífero, la contención de suelos, la captura de carbono y los relacionados con valores culturales y escénicos y opciones recreativas, y alberga una importante riqueza en diversidad biológica. En el Distrito Federal se ha estimado la presencia de 1,700 especies de plantas vasculares, 20 de anfibios, 50 de reptiles, 320 de aves y 70 de mamíferos. Si se considera esta diversidad biológica en relación con su extensión territorial, el Distrito Federal es una de las regiones más diversas del país, al tener representada en su superficie alrededor del 2 % de la biota mundial. Asimismo, las zonas de cultivo mantienen una amplia variedad de especies de uso agrícola originarias de México.

Una característica de la biodiversidad en nuestro país, es su alto grado de endemismo en vertebrados terrestres, situación que también se refleja en el Distrito Federal, ya que a pesar de ser la entidad más pequeña del país, ocupa el 23° lugar en cuanto a número de vertebrados mesoamericanos endémicos, y el lugar 24° en número de especies endémicas estatales; su riqueza específica representa el 11% del total nacional.

Como especies endémicas destacan el zacatuche o conejo Teporingo (*Romerolagus diazi*), del cual existen en el Distrito Federal algunas de las poblaciones más importantes; el gorrión de Bailey (*Xenospiza baileyi*) y la víbora de cascabel del Ajusco (*Crotalus transversus*); todos ellos en peligro de extinción. Asimismo, en las dos últimas décadas se han descubierto cuando menos tres nuevas especies de vertebrados.

El Suelo de Conservación está sometido a muchas y diversas presiones que paulatinamente alteran sus condiciones naturales y disminuyen su capacidad para proporcionar servicios ambientales. El deterioro de los bosques en el Distrito Federal, está asociado con cambios en el uso del suelo, crecimiento de asentamientos humanos, degradación de las masas boscosas por incendios, tala ilegal y sobre pastoreo, así como erosión y pérdida de suelo orgánico.

Asimismo, en el artículo 92 Bis 4, se incorporó la figura de las Reservas Ecológicas Comunitarias, como una nueva categoría de Área Natural Protegida local:

⁵⁰ Acuerdo, Programa de retribución por la conservación de servicios ambientales en reservas ecológicas comunitarias, G.O.D.F., 19 de octubre de 2005, México, D.F.,

CAPÍTULO II

MARCO LEGAL Y NORMATIVO.

ARTÍCULO 92 BIS 4. Las Reservas Ecológicas Comunitarias son aquellas establecidas por pueblos, comunidades y ejidos en terrenos de su propiedad destinadas a la preservación, protección y restauración de la biodiversidad y del equilibrio ecológico, sin que se modifique el régimen de propiedad.

La Secretaría promoverá la expedición de la declaratoria correspondiente, mediante la cual se establecerá el programa de manejo del área por parte del promovente, con la participación de la Secretaría conforme a las atribuciones que al respecto se le otorgan en la presente Ley.

ARTÍCULO 69. Se crea el fondo ambiental público cuyos recursos se destinarán a:

I. La realización de acciones de conservación del medio ambiente, la protección ecológica y la restauración del equilibrio ecológico;

II. El manejo y la administración de las áreas naturales protegidas;

III. El desarrollo de programas vinculados con inspección y vigilancia en las materias a que se refiere esta Ley;

IV. La retribución por proteger, restaurar o ampliar los servicios ambientales;

V. El desarrollo de programas de educación e investigación en materia ambiental y para el fomento y difusión de experiencias y prácticas para la protección, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales y el ambiente;

VI. La supervisión del cumplimiento de los convenios con los sectores productivo y académico, y

VII. La reparación de daños ambientales.

- Del análisis de este apartado, se desprende como una consideración a futuro que los ejidatarios pueden inscribirse al programa antes mencionado, para la preservación y vigilancia del área natural protegida.

II.6. Reglamento en materia de contaminación lumínica.⁵¹

- En octubre de 2006 se aprobó el "Reglamento para prevenir la contaminación lumínica en el municipio de Dr. David Hiriart García.- Ubicación del Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir.

San Pedro Mártir en Baja California (4 31" 2' N, h 115" 27"W) cuenta con tres telescopios de tipo reflector y diámetros de 2.12 m, 1.5 m y 0.84 m, que se encuentra a 143 km de Ensenada.

51 Boletín informativo de la coordinación de la investigación científica • ciudad universitaria, 1 de febrero de 2007, año vi, no. 71, p. 7

CAPÍTULO II

MARCO LEGAL Y NORMATIVO.

- Reglamento para la prevención de la contaminación lumínica en el municipio de Ensenada, Baja California.⁵²
- Reglamento del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental del Municipio de Santa Catarina, Nuevo León.- Artículo 88.- Queda prohibida la emisión de energía lumínica, que sobrepase los 500 lúmenes de luz continua, a 200 lúmenes de luz intermitente medidos al límite de la propiedad.

II.7. Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica⁵³.

- Establece los lineamientos para el servicio del alumbrado público.

CAPÍTULO IV

De las Obras para Alumbrado Público y Urbanización de Fraccionamientos.

ARTÍCULO 16.- La construcción, operación, mantenimiento y reparación de las obras e instalaciones requeridas para la prestación del servicio municipal de alumbrado público, así como la ejecución de los proyectos correspondientes y de cualquier trabajo relacionado con dicho servicio, estarán a cargo de la dependencia o entidad competente.

Las obras e instalaciones del servicio municipal de alumbrado público en ningún caso formarán parte integrante del sistema eléctrico del suministrador y, para los efectos del presente Reglamento, se equiparán a las destinadas al uso de la energía eléctrica en lo concerniente a las relaciones entre el prestador del servicio de alumbrado público y el suministrador.

Para fijar los límites de la responsabilidad del suministrador, en los contratos de suministro que celebre el prestador del servicio de alumbrado público con el suministrador se determinarán con toda precisión las condiciones del mismo, la tarifa aplicable y, especialmente, los puntos de entrega de la energía eléctrica. Los proyectos y la construcción de sistemas de alumbrado público se sujetarán, en lo conducente, a las normas oficiales mexicanas.

II.8. Normatividad.

- No existe normatividad ambiental en México en materia de contaminación lumínica.

De las acciones realizadas en esta materia, se desprende la:

- NMX-AA-133-SCFI-2006.- Requisitos y Especificaciones de Sustentabilidad del Ecoturismo.- La luz portátil se limita exclusivamente al uso discrecional del guía, evitando la contaminación lumínica que perturbe a la fauna silvestre.

Sin embargo en materia de técnica de alumbrado público existen 6 Normas Oficiales Mexicanas, que se describen a continuación:

⁵² Reglamento de Iluminación de Baja California, publicado en el periódico oficial número 40, 29 de septiembre de 2006, tomo CXIII
⁵³ Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, D.O.F., 31 de mayo de 1993, México

CAPÍTULO II

MARCO LEGAL Y NORMATIVO.

II.8.1. Normatividad en materia de alumbrado.

1. Norma Oficial Mexicana.- NOM-001-SEDE-1999.- Instalaciones eléctricas (utilización).
2. Norma Oficial Mexicana.- NOM-002-SEDE-1999.- Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución.
3. NOM-013-ENER-2004.- Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades y áreas exteriores públicas.- (Normas en elaboración)
4. Proyecto de Norma Oficial Mexicana.- NOM-057-SCFI-1994.-Productos eléctricos - Requisitos de seguridad de lámparas de descarga en gas.
5. Norma Oficial Mexicana.- NOM-058-SCFI-1999.-Productos eléctricos - Balastos para lámparas de descarga eléctrica en gas - Especificaciones de seguridad.
6. Norma Oficial Mexicana.- NOM-064-SCFI-2000.-Productos eléctricos - Luminarios para uso en interiores y exteriores - Especificaciones de seguridad y métodos de prueba.

II.8.1.1. Norma Oficial Mexicana.- NOM-001-SEDE-1999⁵⁴.- Instalaciones eléctricas (utilización).

Artículo 93^o.- Alumbrado público.

Objeto y campo de aplicación.- Establecer las disposiciones para proporcionar una visión rápida, precisa y confortable durante las horas de la noche en vialidades y zonas públicas. Estas cualidades de visión pueden salvaguardar la seguridad de las personas y sus bienes, facilitando y fomentando el tráfico vehículos y personal.

Clasificación del alumbrado público según su huso:

- Autopistas.
- Carreteras.
- Vías principales y ejes viales.
- Vías colectoras o primarias.
- Vías secundarias.
- Túneles.
- Estacionamientos.

⁵⁴ Norma Oficial Mexicana, NOM-001-SEDE-1999

CAPÍTULO II

MARCO LEGAL Y NORMATIVO.

II.8.1.2. Norma Oficial Mexicana.- NOM-002-SEDE-1999⁵⁵.- Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución.

Objetivo y campo de aplicación.- Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos mínimos de seguridad y eficiencia energética que deben cumplir los transformadores de distribución, establece los métodos de prueba que deben utilizarse para evaluar estos requisitos. Esta Norma aplica para transformadores nuevos.

II.8.1.3. Norma Oficial Mexicana.- NOM-013-ENER-1999⁵⁶.-Eficiencia energética en sistemas de alumbrado para vialidades y exteriores de edificios.

Objetivo.- Establecer niveles de eficiencia energética en términos de valores máximos de densidad de potencia eléctrica para alumbrado, según se especifique, con lo que deben cumplir las nuevas instalaciones para alumbrado público y áreas exteriores publicas en las diferentes aplicaciones que se indican en la presente Norma, con el propósito de que se diseñen o construyan bajo criterios de uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la aplicación de equipos y tecnologías que incrementan la eficacia sin menoscabo de los requerimientos visuales. (Ver Tabla 2-3)

Tabla 2-3. Valores máximos de densidad de potencia eléctrica de alumbrado para vialidades (w/m²)

Nivel de Iluminancia lux (lx)	Ancho de calle m			
	7,5	9,0	10,5	12,0
3	0,26	0,23	0,19	0,17
4	0,32	0,28	0,26	0,23
5	0,35	0,33	0,30	0,28
6	0,41	0,38	0,35	0,31
7	0,49	0,45	0,42	0,37
8	0,56	0,52	0,48	0,44
9	0,64	0,59	0,54	0,50
10	0,71	0,66	0,61	0,56
11	0,79	0,74	0,67	0,62
12	0,86	0,81	0,74	0,69
13	0,94	0,87	0,80	0,75
14	1,01	0,95	0,86	0,81
15	1,06	1,00	0,93	0,87
16	1,10	1,07	0,99	0,93
17	1,17	1,12	1,03	0,97

II.8.1.4. Proyecto de Norma Oficial Mexicana.- NOM-057-SCFI-1994⁵⁷.- Productos eléctricos - Requisitos de seguridad de lámparas de descarga en gas.

Objetivo.- Establecer las especificaciones y métodos de prueba de seguridad que deben cumplir las lámparas de descarga en gas, con el propósito de prevenir y eliminar los siguientes riesgos a los usuarios y la conservación de sus bienes:

- Quemaduras de partes del cuerpo humano provocadas por contactos accidentales o voluntarios con partes extremas sobrecalentadas.

55 Norma Oficial Mexicana, NOM-002-SEDE-1999

56 Norma Oficial Mexicana, NOM-013-ENER-1999

57 Proyecto de Norma Oficial Mexicana, NOM-057-SCFI-1994

CAPÍTULO II

MARCO LEGAL Y NORMATIVO.

- Cada requisito de seguridad de las lámparas se define, en cuanto a límites y métodos de prueba de forma tal que la presente Norma constituya una base unificada y de común entendimiento, que permita a los diseñadores, fabricantes, compradores, vendedores, importadores, usuarios y autoridades competentes, incorporar, exigir y evaluar la seguridad sobre criterios unificados con resultados certeros y repetitivos.

II.8.1.5. Norma Oficial Mexicana.- NOM-058-SCFI-1999⁵⁸.- Productos eléctricos- Balastos para lámparas de descarga eléctrica en gas - Especificaciones de seguridad.

Objetivo.- Establece las especificaciones de seguridad que deben cumplir los balastos para lámparas de descarga eléctrica en gas, con el propósito de prevenir y eliminar los riesgos para la comunidad corporal de los usuarios y para la conservación de sus bienes.

II.8.1.6. Norma Oficial Mexicana.- NOM-064-SCFI-2000⁵⁹.-Productos eléctricos - Luminarios para uso en interiores y exteriores - Especificaciones de seguridad y métodos de prueba.

Objetivo.- Establece los requisitos de seguridad y los métodos de prueba aplicables a los luminarios para interiores y exteriores.

Campo de aplicación.- Aplicable a los luminarios tipo interior y exterior, con lámparas, ya sea fluorescentes, de descarga de alta intensidad, de tungsteno-halógeno, o de vapor de sodio de baja presión.

II.8.2. Especificación "Sello FIDE" No. ESP4456⁶⁰.

Esta especificación es para equipos atenuadores para circuitos de alumbrado público, y establece los criterios de las características energéticas que deben cumplir los modelos de equipos atenuadores para circuitos de alumbrado público, para obtener la Licencia para el uso del distintivo de garantía de eficiencia energética.

II.8.3. Normas Mexicanas para luminarias. (Ver Tabla 2-4)

Tabla 2-4. Normas Mexicanas.

DESCRIPCIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN
NMX-J-019-ANCE-2006	04/07/2006	Iluminación-lámparas-lámparas incandescentes de filamento metálico para alumbrado general-especificaciones y métodos de prueba (cancela a la nmx-j-019-1998-ance).
NMX-J-156-ANCE-2002	08/11/2002	Balastos-balastos electromagnéticos para lámparas fluorescentes-especificaciones (cancela a la nmx-j-156-1996-ance).

58 Norma Oficial Mexicana, NOM-058-SCFI-1999

59 Norma Oficial Mexicana, NOM-064-SCFI-2000

60 Sello FIDE, Documento número esp4456, revisión del 12 de abril de 2009

CAPÍTULO II

MARCO LEGAL Y NORMATIVO.

DESCRIPCIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN
NMX-J-230-ANCE-2001	26/07/2001	Productos eléctricos-iluminación-balastos para lámparas de vapor de mercurio en alta presión y aditivos metálicos- especificaciones y métodos de prueba (cancela a la nmx-j-230-ance-1999).
NMX-J-230-ANCE-2008	19/06/2008	Productos eléctricos-iluminación-balastos para lámparas de vapor de mercurio en alta presión y aditivos metálicos-especificaciones y métodos de prueba. (cancela a la nmx-j-230-ance-2001).
NMX-J-278-ANCE-2007	14/04/2008	Iluminación-lámparas de vapor de mercurio en alta presión-especificaciones y métodos de prueba (cancela a la nmx-j-278-1977).
NMX-J-503-ANCE-2005	07/10/2005	Iluminación-balastos-balastos para lámparas de descarga de alta intensidad y lámparas de vapor de sodio de baja presión-especificaciones (cancela la nmx-j-503-1998-ance).
NMX-J-510-ANCE-2003	23/05/2003	Balastos-balastos de bajas perdidas para lámparas de descarga de alta intensidad, para utilización en alumbrado público-especificaciones (cancela a la nmx-j-510-1997-ance
NMX-J-530-ANCE-2001	29/10/2001	Iluminación-guía para la medición de características eléctricas y fotométricas para lámparas de descarga en alta intensidad.
NMX-J-530-ANCE-2008	22/07/2008	Iluminación-guía para la medición de características eléctricas y fotométricas para lámparas de descarga en alta intensidad (cancela a la nmx-j-530-ance-2001).
NMX-J-537-ANCE-2004	13/10/2004	Balastos-balastos de impedancia lineal para lámparas de descarga de alta intensidad y lámparas de vapor de sodio en baja presión-especificaciones y método de prueba.
NMX-J-546-ANCE-2007	14/04/2008	Iluminación-lámparas de vapor de sodio en baja presión-especificaciones (cancela a la nmx-j-546-ance-2001).
NMX-J-547-ANCE-2005	12/05/2005	Iluminación-lámparas de aditivos metálicos-especificaciones.
NMX-J-559-ANCE-2004	13/10/2004	Iluminación-lámparas de vapor de sodio en alta presión-especificaciones.
NMX-J-578-ANCE-2006	04/01/2007	Iluminación-lámparas fluorescentes compactas autobalastadas-seguridad y métodos de prueba.
NMX-J-605-ANCE-2008	22/07/2008	Luminarios-identificación en campo para equipo de iluminación de áreas y de vialidades con lámparas de descarga en alta intensidad y vapor de sodio de baja presión.

- Es importante señalar que a nivel internacional, existen regulaciones en materia de contaminación lumínica.

II.9. Comentarios finales.

En México, no existe reglamentación y normatividad ambiental en materia de contaminación lumínica, sin embargo la legislación si la contempla e incluye la conservación de áreas naturales protegidas donde existe flora y fauna silvestre en peligro de extinción que son endémicas y que requieren su cuidado y preservación para las generaciones futuras.

CAPITULO III. CASO DE ESTUDIO⁶¹.

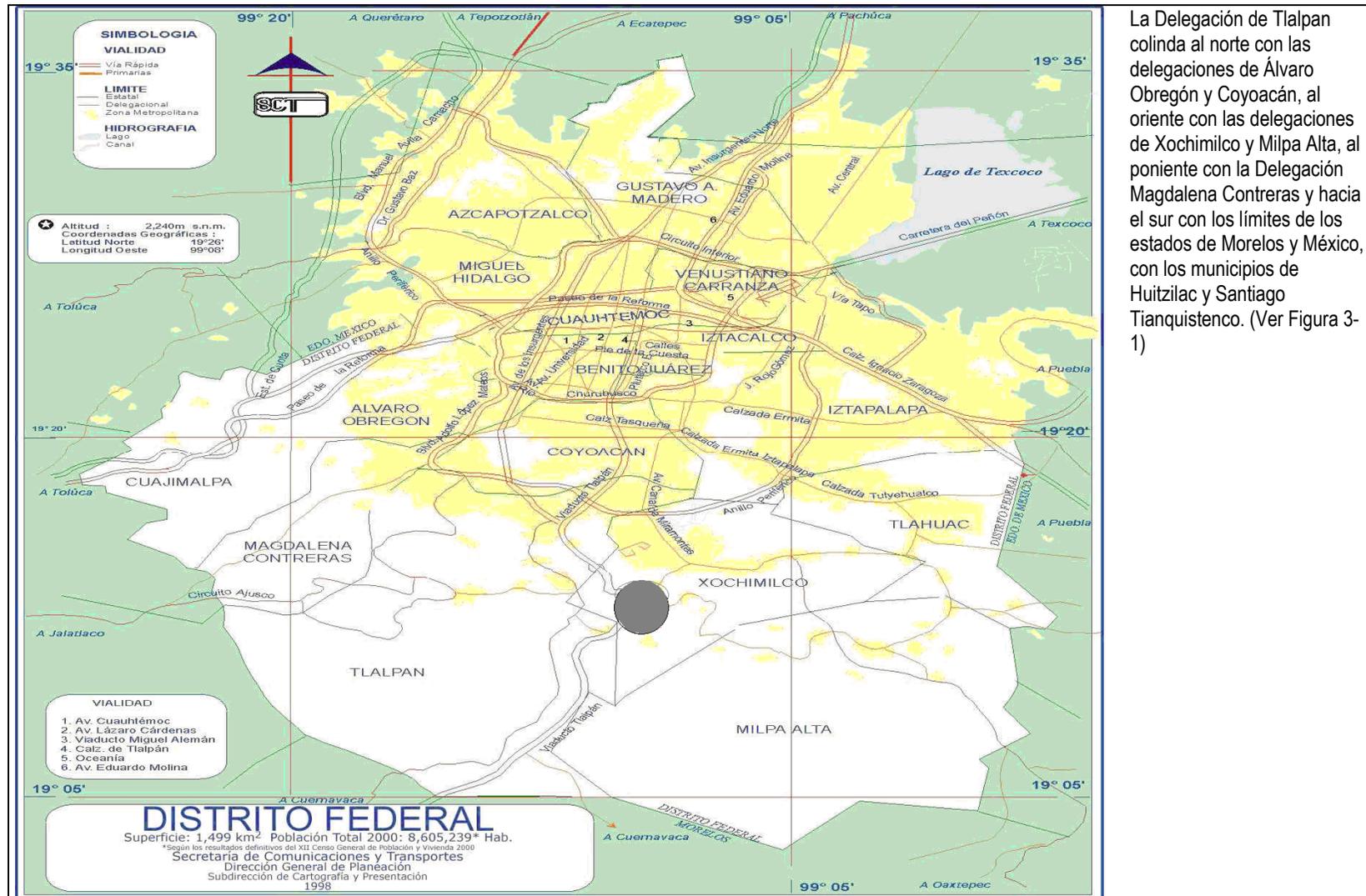
III.1. Polígono de estudio.

El caso de estudio (Polígono de estudio) se encuentra ubicado en la Delegación de Tlalpan, Distrito Federal México, el cual tiene las siguientes características:

- Incluye las Colonias: Arenal, Tetequilo, Calvario y Ampliación Calvario, Margaritas y Norte del Pueblo de San Miguel Topilejo.
- Abarca sectores del Área de Conservación del Cerro Tetequilo.- Donde existen especies endémicas de flora y fauna silvestre que requiere su preservación y cuidado.
- En el Área de Conservación, se encuentran parte de las colonias: Arenal, Tetequilo, Calvario y Ampliación Calvario, Margaritas, donde existen asentamientos irregulares en zonas de alto riesgo.
- Atraviesan dicho polígono dos carreteras con alta fluencia vehicular la Carretera de Cuota y la Carretera Federal Libre a Cuernavaca.
- El área comprende una superficie aproximada de 120 hectárea (ha), sin embargo su área de influencia por contaminación lumínica abarca en el Área de Conservación del Cerro Tetequilo que es de 288 hectáreas.

⁶¹ Programa de Desarrollo Urbano de Tlalpan, 2007, G.O.D.F., México, D.F.

CAPÍTULO III
CASO DE ESTUDIO



La Delegación de Tlalpan colinda al norte con las delegaciones de Álvaro Obregón y Coyoacán, al oriente con las delegaciones de Xochimilco y Milpa Alta, al poniente con la Delegación Magdalena Contreras y hacia el sur con los límites de los estados de Morelos y México, con los municipios de Huitzilac y Santiago Tlanquistenco. (Ver Figura 3-1)

Figura 3-1. Mapa del Distrito Federal⁶² (ÁREA DE ESTUDIO EN EL CIRCULO)

⁶² Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Mapa del Distrito Federal, 1998

En la siguiente vista aérea, es posible identificar al Pueblo de San Miguel Topilejo Tlalpan, con el Área de Conservación del Cerro Tetequilo. (Ver Figura 3-2)

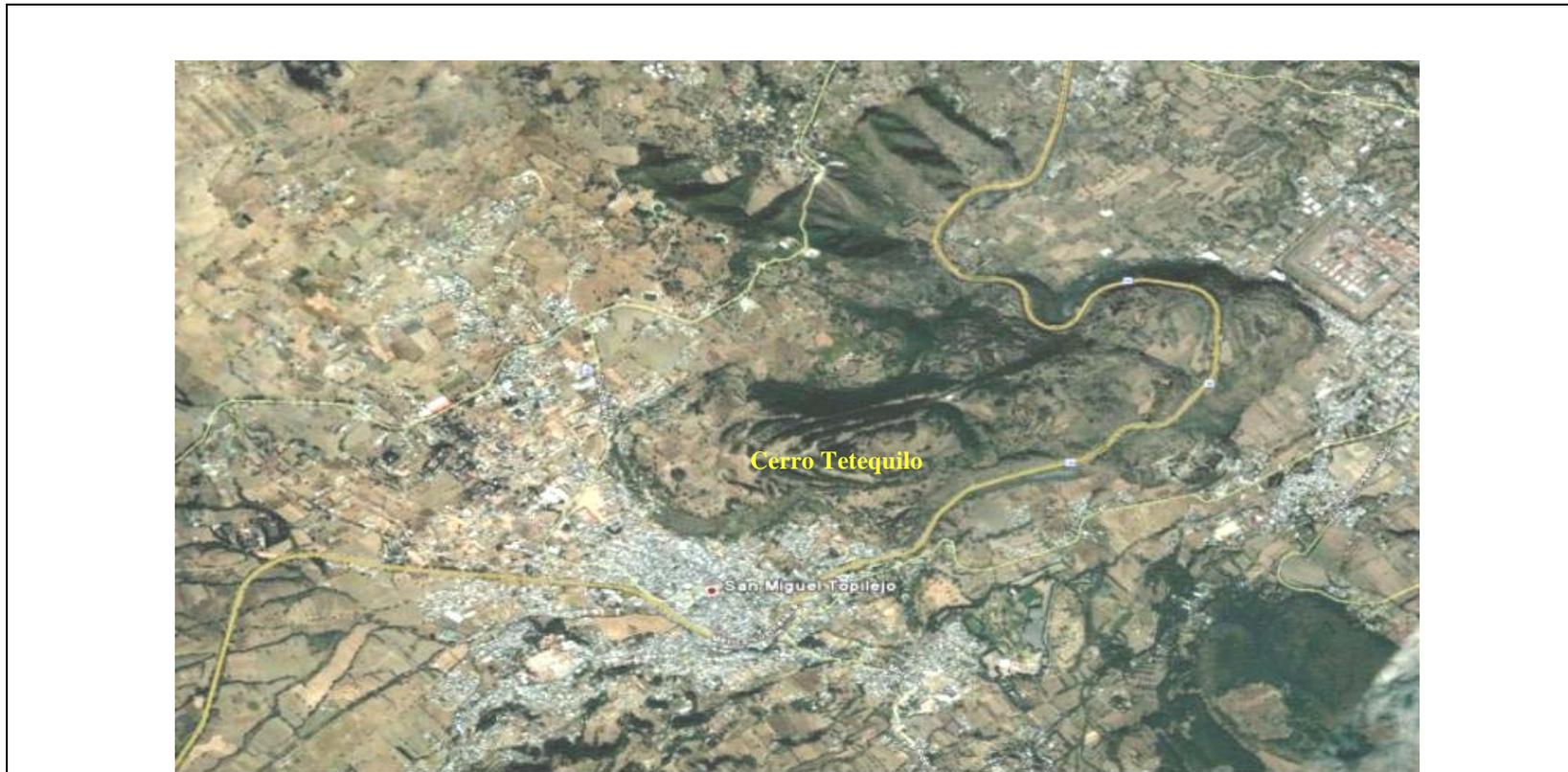


Figura 3-2. Localización del Cerro Tetequilo⁶³

El Cerro Tetequilo se localiza al sur de la Ciudad de México, en las proximidades de la Autopista y de la Carretera Federal México-Cuernavaca. Geográficamente, el sitio se localiza en las coordenadas 19° 12' 24" de Latitud Norte y 99° 08' 58" de Latitud Oeste, a una altura media sobre el nivel del mar de 2750 meros⁶⁴. (Ver Figura 3-2)

⁶³ WWW.GOOGLEEARTH.MAPA, (ENERO DE 2009)

⁶⁴ Delegación Tlalpan, Informe de la segunda visita técnica al cerro Tetequilo 170062004, 2004, Tlalpan, México, D.F., p. 1-24

En la Ladera Sur del Cerro Tetequilo, existen asentamientos irregulares, por ello el INEGI (Instituto Nacional de Geografía y Estadística) no reconoce a estas colonias en los censos de población y vivienda del año 2000, por considerar que estos asentamientos se encuentran en un Área de Conservación⁶⁵. (Ver Figura 3-3)

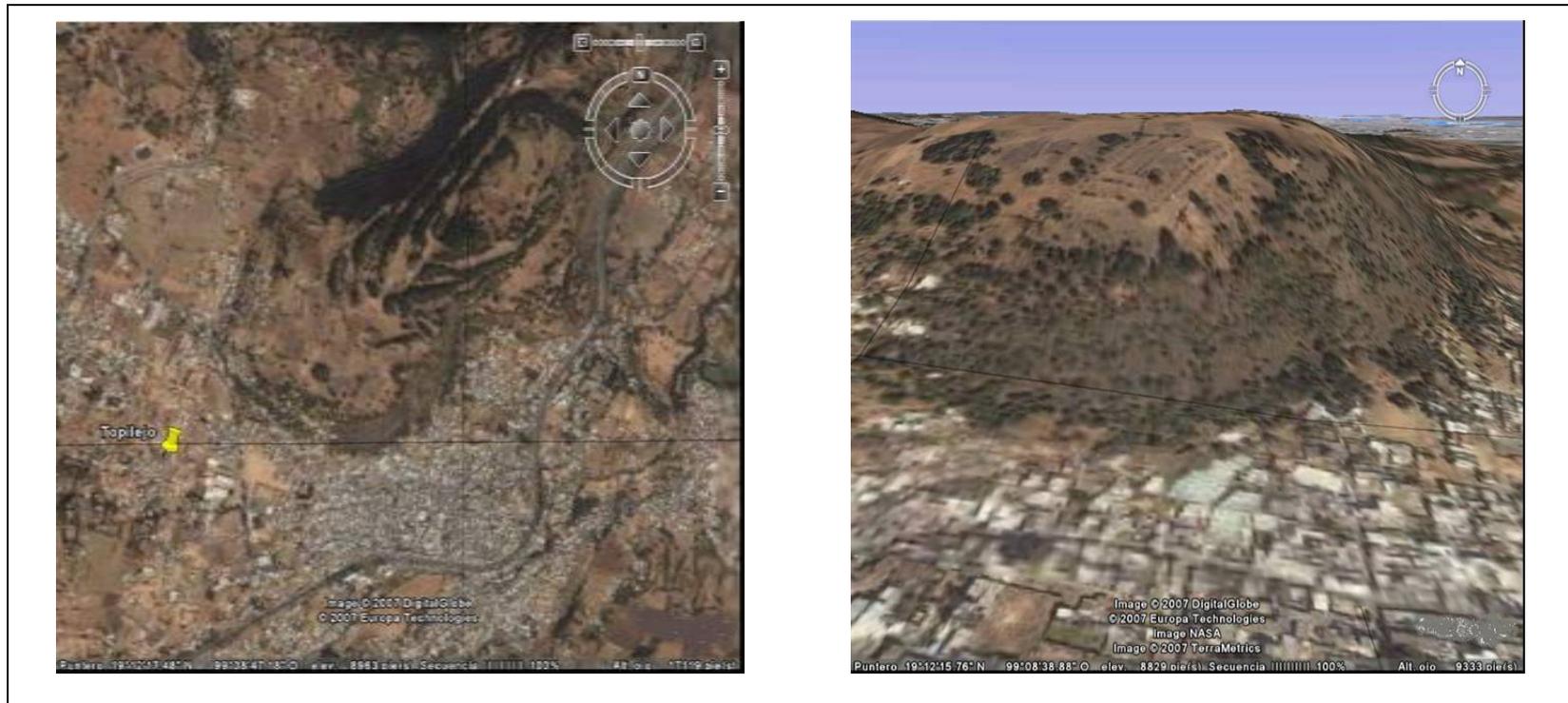


Figura 3-3. Vista "3d" del Cerro Tetequilo

65 Delegación Tlalpan, Informe de la segunda visita técnica al Cerro Tetequilo 170062004, 2004, Tlalpan, México, D.F., p. 1-24

El polígono de estudio se encuentra delimitado por: La Avenida Cruz Blanca, Autopista México Cuernavaca, y las calles Calvario, Moctezuma, y Morelos. (Ver Figura 3-4)



Figura 3-4. Polígono del área de estudio.⁶⁶

⁶⁶ www.google.earth, mapa, (Enero de 2009)

En la siguiente Figura 3-5, se identifican las Colonias: Arenal, Tetequilo, Calvario y Ampliación Calvario, Margaritas y Norte del Pueblo de San Miguel Topilejo.



Figura 3-5. Localización de Calles y Avenidas de la Zona de Estudio.

III.2. Medio Físico de Tlalpan.⁶⁷

El territorio de la delegación tiene un relieve predominantemente montañoso y de origen volcánico (Cerro Tetequilo, Cerro La Cruz del Marqués, Cerro Pico del Águila, Volcán Cerro Pelado, Volcán Acopiaco, Volcán Tesoyo y el Volcán Xictle). Es una zona boscosa, generadora de oxígeno y de recarga acuífera; actualmente presenta grave deterioro, sobre todo en la parte que colinda con el Suelo Urbano, motivados por la tala inmoderada de árboles, agricultura de subsistencia e invasiones.

La red hidrográfica de este lugar la forman arroyos de carácter intermitente que por lo general recorren cortos trayectos para perderse en las áreas de mayor permeabilidad.

III.2.1. Clima.

Con respecto a las características del clima las temperaturas medias anuales en las partes más bajas de la demarcación oscilan entre 10° C y 12° C, mientras que en las regiones con mayor altitud son inferiores a los 8° C. La precipitación total anual varía de 1000 a 1500 milímetros. Los meses de más elevada temperatura son abril y mayo; los de mayor precipitación de julio a septiembre. En relación a los parámetros de temperatura y precipitación, el clima varía de templado subhúmedo en la porción norte, a semifrío subhúmedo conforme aumenta la altitud, hasta tornarse semifrío húmedo en las partes más altas como es el Polígono de Estudio.

Nota: La vegetación y la fauna se incluyen en la presenta Tesis de Grado, en el apartado de medio ambiente.

III.2.2. Características del terreno.

En la Delegación Tlalpan existen diferentes características del terreno de acuerdo a la clasificación que estipula el Reglamento de Construcción del Distrito Federal, los cuales se enuncian a continuación.

- Zona I Lomas. Ésta se localiza al sur y sur poniente de la delegación en Suelo de Conservación y corresponde a la Sierra del Ajusco, Volcán Xictle y Sierra Chichinautzin, comprendiendo a los poblados rurales (San Miguel Topilejo).
- Zona II Transición. Ésta se localiza al sur de la Avenida Insurgentes, hacia los poblados rurales de San Andrés Totoltepec, San Miguel Xicalco, Magdalena Petlacalco y la zona de Padierna.
- Zona III Lacustre. Ésta se localiza en la parte centro y oriente de la delegación.

⁶⁷ Programa de Desarrollo Urbano de Tlalpan, 2007, G.O.D.F., México, D.F.

III.2.3. Usos del suelo. (Ver Tabla 3-1)

De acuerdo con el Programa Parcial de Desarrollo Urbano versión 1987, la distribución de usos del suelo se desagrega en 3,745.23 has. para el uso habitacional que comprende el 12.28% de la superficie total de la delegación, 548.08 has., son clasificadas como de uso mixto (habitacional, servicios, equipamiento e industria) que corresponden al 1.8%; 426.24 has., se destinan al equipamiento urbano, es decir el 1.4% con respecto al total del territorio Delegacional; 340.49 has., constituyen a los espacios abiertos representando el 1.12% de la superficie total y 25,424.0 has., son consideradas como de conservación ecológica, representando el 83.4% del área delegacional.

Tabla 3-1. Usos del Suelo

TIPO	Sup./Ha.
Habitacional	3,745.23
Mixtos	548.08
Equipamiento	426.29
Espacios abiertos	340.49
Áreas de conservación ecológica	25,425.91
TOTAL	30,449.00

III.3. Aspectos Demográficos. (Ver Tabla 3-2, Tabla 3-3 y Tabla 3-4)

El Censo de Población y Vivienda del 5 de Noviembre de 1995 registró una población en la delegación de 552,516 habitantes observándose una tasa de crecimiento anual entre 1990 y 1995 de 2.31%. Esta tasa refleja una disminución en la dinámica demográfica respecto al decenio de 1980-1990, en el que se experimentó una tasa más alta de 3.97%.

Tabla 3-2. Escenario Programático, Habitantes, Tasas y Densidades⁶⁸

TLALPAN	1970	1980	1990	1995	2000	2010	2020
Miles de habitantes	130.7	328.8	484.9	552,516	618.5	683.9	756.3
Tasa de crecimiento		70-80 8.96	80-90 3.97	90-95 2.31	95-2000 0.98	2000-2010 1.01	2010-2020 1.01
Habitantes por hectárea	43.1	81.7	96.5	117.3	123.1	136.2	150.6

Tabla 3-3. Densidad de Población en San Miguel Topilejo.

COLONIA CATASTRAL	SUP. HA.	POB. HAB.	DENSIDAD HAB/HA
San Miguel Topilejo	67.65	5412	80

⁶⁸ Programa Desarrollo Urbano del Distrito Federal, 1996, Actualización 2006, México, D.F.

Tabla 3-4. Número de Habitantes⁶⁹

LOCALIDAD	TOTAL	HOMBRE	MUJER
San Miguel Topilejo	26,764	13,153	13,611

- Es claro observar que la población aumentará para el año 2020, sin embargo al no tomar las medidas de preservación correspondientes, existe mayor probabilidad de más asentamientos irregulares en las laderas del Cerro Tetequilo.

III.3.1. Población por edad.

La población más representativa es la de 0 a 34 años (63.05%) que comprende a la infantil, joven y adulta y la menos representativa corresponde de 95 años y más⁷⁰.

La población de la delegación ha experimentado una disminución importante en términos relativos en las edades de 0 a 14 años de edad, entre 1980 y 1995. Entre los hombres el grupo de edad 0 - 14 representaba en 1980 el 41.3% y entre las mujeres el 39.2%., estos porcentajes indican una pirámide joven sobre todo si hacemos referencia también al grupo de edad de 65 y más años que representa entre los hombres el 2.3% y entre las mujeres el 3.27%. Las edades adultas entre 15 y 64 años representaron el 56.4% y el 57.5% respectivamente.

III.3.2. Población Indígena.

De acuerdo con el XI Censo General de Población y Vivienda 1990, en la Delegación Tlalpan había 7 567 habitantes de 5 años de edad y más que hablaba alguna lengua indígena, lo cual equivalía al 1.75% con respecto a la población total.

Para 1995, la población de 15 años o más que hablaba alguna lengua indígena fue de 6,917 que representa el 1.8% de la población total de la delegación, destacándose la lengua Náhuatl, Otomí, Zapoteco y Mixteco.

69 INEGI, Censo de población y vivienda 2005, México
70 Décimo censo de población y vivienda 1995, México

III.4. Aspectos Socioeconómicos.

De acuerdo al XI Censo de 1990, la Población Económicamente Activa de la delegación la conformaban 169,568 personas, de las cuales 165,686 se encontraban ocupadas, es decir, el 97.7%.

Con respecto a la Población Económicamente Inactiva, el grupo más representativo es el de personas que se dedican a los quehaceres del hogar con un 45.5%. En segundo lugar destaca el grupo de estudiantes con 44%. En términos relativos, sin embargo, existe una mayor proporción de estudiantes en la delegación Tlalpan, que en la totalidad del Distrito Federal. De esto se infiere que se debe poner especial atención a las demandas que se generen por este sector en infraestructura y servicios educativos.

Al norte del pueblo de San Miguel Topilejo, en las laderas del Cerro Tetequilo, su ubican asentamientos irregulares con alta marginación, los cuales impactan de manera negativa el Área de Conservación. (Ver Figura 3-6 y Figura 3-7)



Figura 3-6. Marginación extrema en el Cerro Tetequilo⁷¹

⁷¹ Delegación Tlalpan, Informe de la segunda visita técnica al Cerro Tetequilo 170062004, 2004, Tlalpan, México, D.F., p. 1-24

CAPÍTULO III
CASO DE ESTUDIO

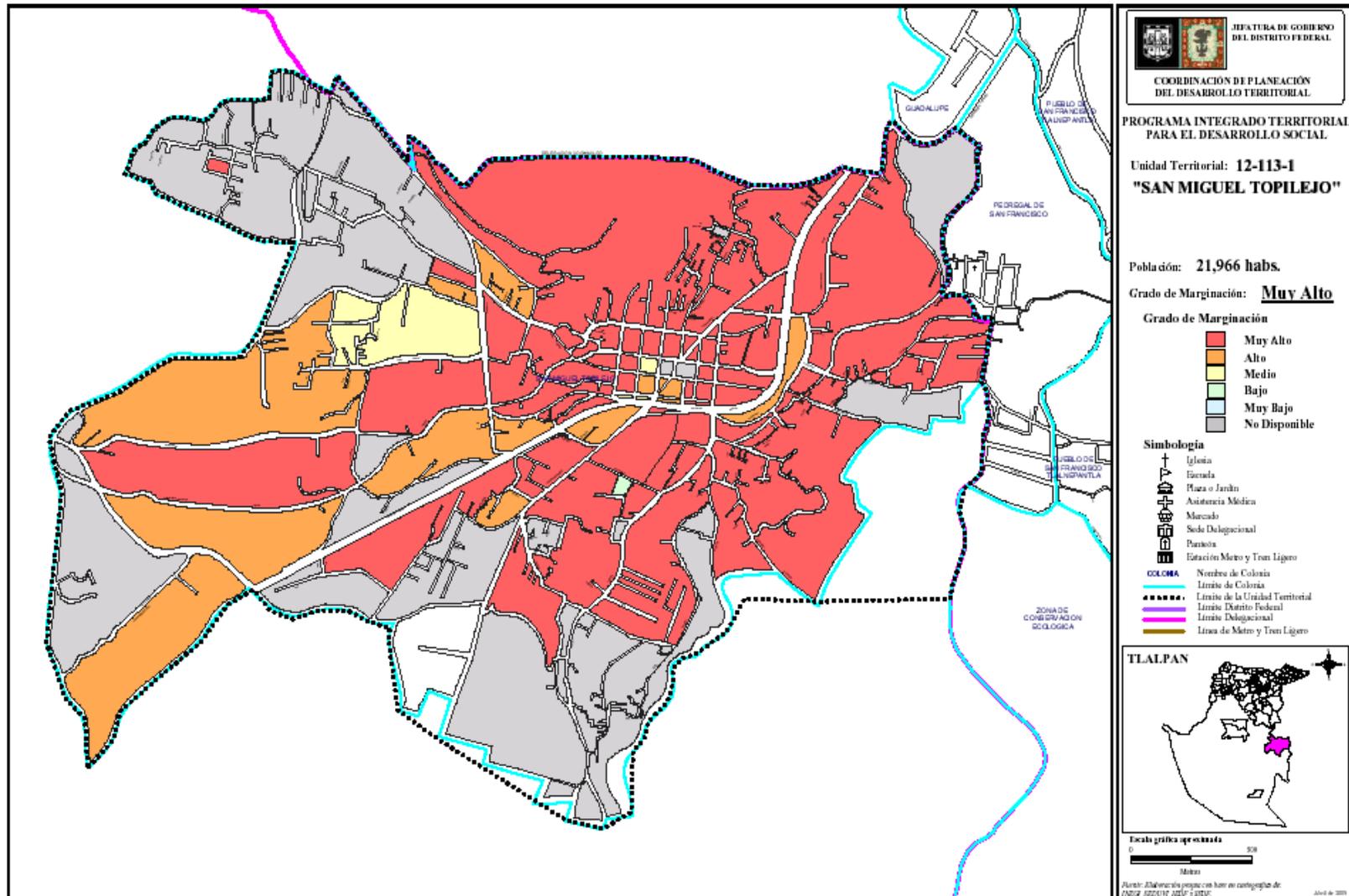


Figura 3-7. Programa integrado territorial para el desarrollo social⁷²

72. Jefatura de Gobierno del Distrito Federal, Coordinación de Planeación del Desarrollo Territorial.- 2001-2003, San Miguel Topilejo, p. 18

III.4.1. Crecimientos irregulares de alta peligrosidad en el Cerro de Tetequilo.

Durante los últimos años, la Ciudad de México continúa registrando un crecimiento importante, por lo que en algunos casos la mancha urbana se ha extendido hacia zonas potencialmente peligrosas, en las faldas de los cerros que rodean a la ciudad, así como en barrancas y cañadas que surcan varias colonias de la Ciudad de México. Generalmente, se trata de asentamientos irregulares que en su afán por encontrar un espacio donde construir sus viviendas, se asientan en zonas de reserva ecológica o en los cauces de ríos, barrancas, cañadas y en las laderas de los cerros. Para construir las viviendas y abrir los caminos en las laderas de las montañas y cerros, los asentamientos humanos irregulares van acompañados sistemáticamente de cortes y terrazas, creando con ello la inestabilidad de las laderas. (Ver Figura 3-8)

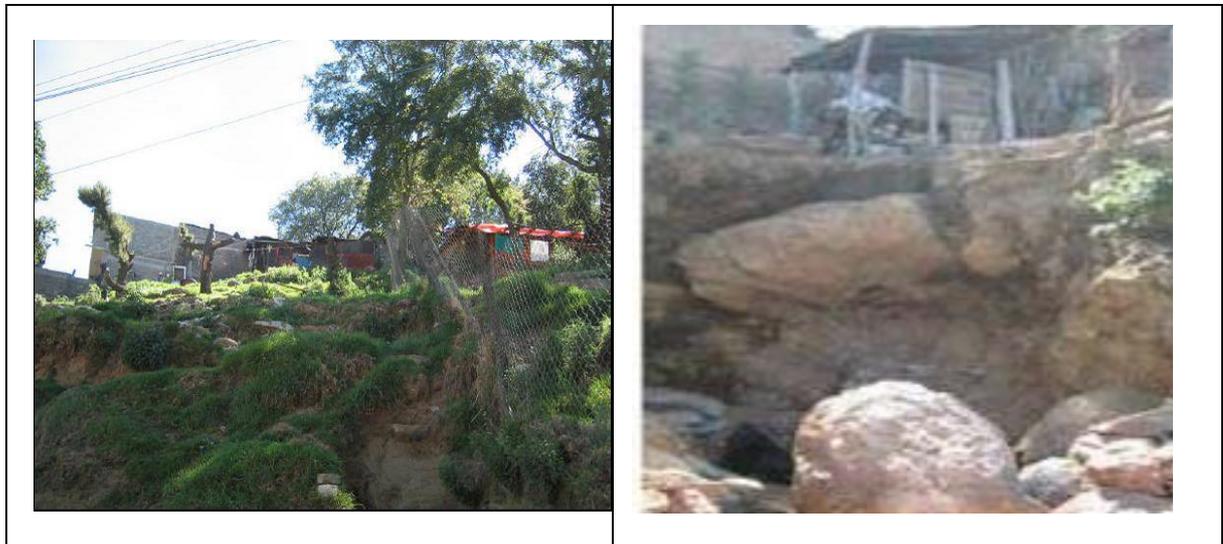


Figura 3-8. Proliferación de asentamientos irregulares en las laderas del Tetequilo.⁷³

Como consecuencia de estas acciones se alteran, la topografía, los patrones naturales de escurrimiento e infiltración del agua de lluvia. Prolifera la excavación de letrinas y los escurrimientos superficiales de aguas residuales de origen doméstico. En estas circunstancias, se incrementan los niveles de peligro por inestabilidad de laderas, debido al reblandecimiento y pérdida de resistencia de los materiales térreos, principalmente ante la ocurrencia de lluvias fuertes y prolongadas.

⁷³ Delegación Tlalpan, Informe de la segunda visita técnica al Cerro Tetequilo 170062004, 2004, Tlalpan, México, D.F., p. 1-24

III.4.2. Actividad Económica.

Para 1993 de las 11,347 unidades económicas censadas, el 58.7% se dedicaba al comercio, el 33.1% al sector servicios, y el restante 8.2% a la manufactura.

Sin embargo, en relación al personal ocupado, destaca más el sector servicios y aumenta significativamente el manufacturero.

Por otro lado, las actividades comerciales generan más del 50% de los ingresos generados en la delegación (51%), siguiendo en el orden los servicios y el sector manufacturero.

III.5. Estructura urbana.

Existen tres componentes básicos en la estructura urbana de la delegación:

- La vialidad, como elemento unificador entre áreas, zonas, poblados, barrios y colonias.
- Los usos del suelo y la distribución de sus actividades.
- Ubicación de servicios y equipamientos principales.

La estructura vial de la Delegación Tlalpan cuenta con una vialidad transversal de nivel regional en sentido oriente-poniente que es el Anillo Periférico, tres vialidades de acceso y conexión con la Delegación Coyoacán por la Avenida Insurgentes Sur, Calzada de Tlalpan y Viaducto Tlalpan ubicadas al centro de la delegación, en la zona de Coapa cruzan a la delegación en el sentido norte-sur las Avenidas Canal de Miramontes y División del Norte provenientes de la Delegación Coyoacán hacia la Delegación Xochimilco.

La vialidad secundaria de la delegación se encuentra limitada principalmente en el sentido oriente-poniente.

Conservación Patrimonial.

Éstos se caracterizan porque conservan aún las trazas e imágenes urbanas originales que se conforman por la iglesia o capilla, la plaza y algunas construcciones civiles importantes a su alrededor. (Ver Tabla 3-5)

Tabla 3-5. Conservación Patrimonial

IGLESIA O CAPILLA DE:	UBICACIÓN	USO	ÉPOCA
San Miguel Arcángel Topilejo	Plaza Principal	Culto	Siglo XVI

Vialidad y transporte de San Miguel Topilejo.

Por el pueblo de San Miguel Topilejo, Cruzan dos vialidades importantes como es la Autopista México Cuernavaca y la Carretera Federal a Cuernavaca.

Electricidad y alumbrado público.

La falta de medidores en la red de alumbrado público del Distrito Federal requiere de más de 200 mil medidores para cobrar el consumo de servicio de alumbrado público, destinándose el 11% de su consumo total de energía eléctrica⁷⁴. Por otra parte el servicio contratado de electricidad en el área rural es del 70% (San Miguel Topilejo)

Equipamiento y servicios.- Educación, salud, comercio y recreación. (Ver Tabla 3-6)

Tabla 3-6. Educación, Salud, Comercio y Recreación en el Pueblo de San Miguel Topilejo.

SUBSISTEMA:	NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS
Educación:	
Jardines de niños	8
Escuelas primarias	4
Escuelas secundarias	3
Cultura	
Casas de cultura	1
Bibliotecas	1
Salud	
Clínicas	1
Hospital materno infantil	7
Recreación y deporte	
Deportivos	2
1jardines	1
Abasto	
Mercados públicos	1
Tianguis (veces que se instalan durante la semana)	2
Mercados sobre ruedas	3
Servicios urbanos	
Módulos de vigilancia	4
Panteones	2

⁷⁴ Antonio Gershenson Táfelov, Comparecencia del director de alumbrado público y mantenimiento urbano, mayo de 2002, México, D.F.

III.6. Medio Ambiente.

Actualmente, los principales contaminantes del aire que se presentan en la delegación son generados básicamente por fuentes móviles (vehículos automotores) y en menor grado por fuentes fijas (industrias, comercio y servicios), ya que en esta delegación no existe un significativo parque industrial.

La emisión de los contaminantes a la atmósfera en la delegación se agrava por las condiciones geográficas en que se ubica ésta, ya que no permite una fácil dispersión de los contaminantes. Además la dirección de los vientos en el Valle de México, permite que sean acarreadas hacia las delegaciones del Sur, las emisiones provenientes tanto de la zona norte como de la zona noreste del Valle de México, zonas que presentan altas concentraciones de actividad industrial. Estos vientos que llegan a la Delegación Tlalpan también acarrean los polvos de las tolvaneras originadas por la desecación del Vaso de Texcoco.

III.6.1. Vegetación.

La vegetación se constituye básicamente por el llamado palo loco "*Senecio praecox*" en forma extensa, este es una variedad de matorral heterogéneo con diferencias de su composición floral y que se encuentra en peligro de extinción.

En cuanto a la vegetación de la Región Montañosa (San Miguel Topilejo) la constituye el bosque de coníferas y diversas especies de cedros. La vegetación arbórea, la constituye el madroño, cuchara y huejote. Solamente en las cimas de los cerros y junto a pinos y oyameles, crecen algunos helechos y musgos. En la superficie del suelo de las regiones donde crece el pino, se forma una cubierta herbácea nutrida que defiende al suelo contra la erosión. Crece abundantemente el zacate grueso, zacatón de cola de ratón, zacayumaque, zacate blanco, pasto de escoba y pasto amarillo.

Asimismo, dentro de los matorrales, crece jarilla verde, limoncillo, zarzal, escoba o perilla, chía, hediondilla y mejorana.

III.6.2. Fauna.

Principalmente a una altura que oscila entre 2,800 metros sobre el nivel del mar, habita el Conejo de los Volcanes que también se le conoce como Teporingo, Conejo de las Rocas o Tepolito. Este animalito es endémico de la fauna mexicana y reside muy en particular en las zonas montañosas del Ajusco y Sierra Nevada, cuyas superficies están cubiertas de zacate, planta gardenia o ciperácea comestible que sirve de alimento al ganado, para el zacatuche, las malezas son igualmente vitales. (Ver Figura 3-9)

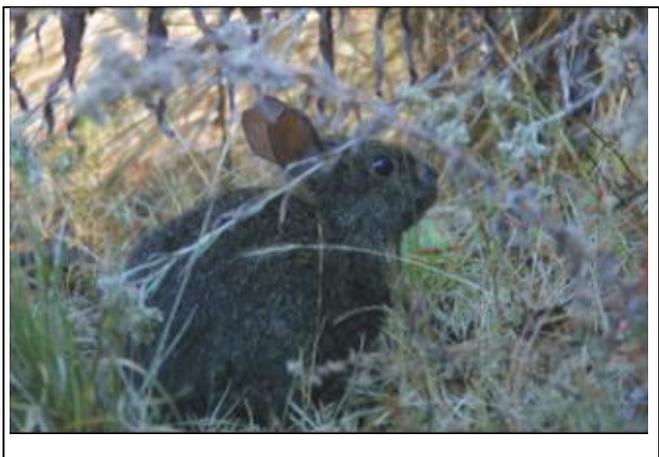


Figura 3-9. Fauna silvestre (Teporingo)

Como especies endémicas además del zacatuche (*Romerolagus diazi*), el gorrión de Bailey (*Xenospiza baileyi*) y la víbora de cascabel del Ajusco (*Crotalus transversus*); todos ellos en peligro de extinción. Asimismo, en las dos últimas décadas se han descubierto cuando menos tres nuevas especies de vertebrados.

III.6.3. Zonas pobladas en área de conservación. (Ver Tabla 3-7)

En estas zonas se ubican los poblados rurales de San Andrés Totoltepec, San Miguel Xicalco, Magdalena Petlalcalco, San Miguel y Santo Tomás Ajusco, San Miguel Topilejo y Parres el Guarda, en donde en lo general se presenta una traza irregular, con secciones viales angostas, adaptadas a la topografía del lugar. En todos los casos las actividades económicas, de servicio, comercio y culturales se realizan en los cascos de cada poblado. Su cobertura de servicios en agua potable es de un 80%, donde el servicio se da por carros tanque. En cuanto a drenaje éste se conduce mediante fosas sépticas.

Tabla 3-7. Características de los Usos del Suelo

USO DEL SUELO	CARACTERISTICAS	COLONIAS REPRESENTATIVAS
Conservación ecológica	Bosques de pino, encino, pastizal, y pequeños cultivos.	Sierra del Ajusco. (incluye: San Miguel Topilejo)

III.6.4. Área de conservación.⁷⁵ (Ver Figura 3-10 y Figura 3-11)

El área total de conservación ecológica en Topilejo es de 6000 hectáreas de las cuales el polígono de estudio influye solo en el 5%⁷⁶.

Definición.- Los espacios físicos naturales en donde los ambientes originales no han sido suficientemente alterados por actividades antropogénicas, o que quieren ser preservadas y restauradas, por su estructura y función para la para la recarga del acuífero y la preservación de la biodiversidad. Son biodiversidad.

⁷⁵ Samuel Ibarra, Curso: Delitos Ambientales-S.M.A, D.F. 2008.

⁷⁶ Listado de áreas naturales protegidas, G.O.D.F., 26 de junio de 2007, México, D.F.



Figura 3-10. Cerro Tetequilo (Área de Estudio)⁷⁷

En las faldas del Cerro Tetequilo es invadido por asentamientos humanos irregulares. Se encontró que la ladera suroeste es la que presenta los problemas más graves de inestabilidad, que incluye las colonias denominadas: Tetequilo, El Calvario y Ampliación El Calvario. La colonia Tetequilo se localiza en la parte baja, mientras que El Calvario y Ampliación El Calvario se encuentran aproximadamente en el tercio medio de la altura del cerro, cabe señalar que estas colonias son solo asentamientos irregulares y que no son censados por INEGI. (Ver Anexo I)



Figura 3-11. Zona de Conservación

⁷⁷ Delegación Tlalpan, Informe de la segunda visita técnica al cerro Tetequilo 170062004, 2004, Tlalpan, México, D.F., p. 1-24.

CAPITULO IV
CÁLCULOS Y RESULTADOS

CAPITULO IV. CÁLCULOS Y RESULTADOS.

IV.1. Evaluación de las condiciones iniciales (problemáticas).⁷⁸ (Ver Tabla 4-1, Tabla 4-2 y Tabla 4-3)

La evaluación se realizó con base en los formatos de las guías de la CONAE, de las colonias Tetequilo, Calvario y Ampliación Calvario del Pueblo de San Miguel Topilejo (Polígono de estudio), de conformidad con los siguientes resultados:

COLONIAS INCLUIDAS EN EL POLÍGONO DE ESTUDIO	Arenal, Tetequilo, Calvario y ampliación Calvario, Margaritas, Norte del Pueblo de San Miguel Topilejo que son el área del Polígono de estudio
FECHA DE LA EVALUACIÓN	Marzo de 2007
APLICADO A:	Personal técnico, encargado del alumbrado público en Tlalpan "Zona de Topilejo"

Tabla 4-1. Formato Tipo A.- Problemática económica

NO	A.- TIPO DE PROBLEMÁTICA ECONOMICA	SÍ	NO	NO SABE
1	¿Existe una deuda por el suministro de energía?			X
2	¿En relación con el presupuesto esta deuda se puede considerar elevada?			X
3	¿Se considera que al ritmo de crecimiento actual del presupuesto la deuda puede cubrirse en el corto plazo?			X
4	¿Se han previsto medidas para que el incremento en las tarifas por suministro de energía eléctrica no afecten las partidas presupuestales destinadas al alumbrado público?		X	
5	¿Se han desarrollado programas de ahorro de energía en el pueblo de San Miguel Topilejo (Polígono de estudio)?		X	
6	¿Los resultados de estos programas han sido efectivos?			X
7	¿Se ha realizado un análisis detallado de los montos que se cubren por suministro de energía?		X	
8	¿Los pagos por el suministro de energía se determinan por medición del consumo?			X
9	¿Ha detectado los aspectos de la instalación u operación de equipos que son susceptibles de generar ahorros sustanciales?		X	
TOTAL		0	4	5

Acciones	Realizadas
Acciones que se hayan realizado para reducir costos en el servicio de alumbrado público o para ahorro de energía	No se han realizado acciones.
¿Cuáles han sido los resultados en costos y eficiencia?	no se han realizado acciones
¿Cuáles han sido los resultados en costos y eficiencia?	no se han realizado acciones

⁷⁸ Secretaría de Energía, Guías informativas sobre alumbrado público, 2005 (Actualización 2008), Anexo 1, CONAE, México

CAPITULO IV
CÁLCULOS Y RESULTADOS

Tabla 4-2. Formato Tipo B.- Problemática administrativa.

NO	B.- TIPO DE PROBLEMÁTICA ADMINISTRATIVA	SÍ	NO	NO SABE
1	¿El responsable del servicio de alumbrado público tiene experiencia o preparación para el cargo?		X	
2	¿Se cuenta con un censo actualizado?		X	
3	¿Se cuenta con un cuerpo de mantenimiento específico?	X		
4	¿Existe en almacén lámparas, accesorios y materiales caducos u obsoletos?	X		
5	¿Se han establecido medidas de control para asegurar el buen aprovechamiento de los materiales adquiridos y evitar pérdidas o desperdicios?		X	
6	¿Se han establecido medidas de vigilancia para evitar el vandalismo o el robo del equipo de alumbrado público?		X	
7	¿Se atienden rápidamente las denuncias ciudadanas por fallas o por desperdicio de energía, como lámparas encendidas durante el día?		X	
8	¿Antes de realizar la adquisición de materiales se tiene la certeza de la calidad y de la posibilidad del ahorro que se puede generar?		X	
9	¿Existen sistemas para evitar la acumulación de materiales que han sido reemplazados?			X
10	¿Las revisiones periódicas del estado y condiciones de postes y luminarias forman parte de las actividades de rutina del servicio?		X	
TOTAL		2	7	1

Tabla 4-3. Formato Tipo C.- Problemática técnica.

NO	C.- TIPO DE PROBLEMÁTICA TÉCNICA	SÍ	NO	NO SABE
1	¿Conoce la existencia de los diferentes tipos, marcas, costos y rendimientos de las lámparas eficientes?		X	
2	¿Conoce las luminarias que se deben utilizar en alumbrado público?	X		
3	¿Sabe cuánto deben ser las pérdidas de los balastos de acuerdo con las normas oficiales mexicana?		X	
4	¿Conoce las normas oficiales mexicana vigentes relacionadas con el sistema de alumbrado público?	X		
5	¿Es posible adquirir en su localidad lámparas de vapor de sodio de alta presión y balastos de bajas perdidas?			X
6	¿Maneja sistemas de mantenimiento actualizados?		X	
7	¿Interpreta con certidumbre los cargos señalados en los recibos del suministro de energía eléctrica?		X	
8	¿Está consciente de la importancia de implementar campañas de ahorro de energía?	X		
9	¿Ha realizado programas de capacitación para el personal responsable?	X		
10	¿Se cuenta con medidores para la toma de lecturas del servicio de alumbrado público?		X	
TOTAL		4	5	1

IV.2. Lectura del consumo⁷⁹. (Ver Tabla 4-4)

Tabla 4-4. Lectura del medidor.

Datos de la lectura actual: Lectura actual: _____ kWh Fecha de la lectura: Año ___/Mes ___ Día ___
Datos de la lectura anterior: Lectura actual: _____ kWh Fecha de la lectura: Año ___/Mes ___ Día ___
Constante del medidor (kl): _____
Consumo: _____ kWh (anotar la diferencia entre las dos lecturas y multiplicarla por la constante del medido)

- No se realizó la toma de datos de lectura, ya que no hay medidores de consumo eléctrico en el alumbrado público del Pueblo de San Miguel Topilejo (Polígono de estudio).

IV.2.1. Características del alumbrado. (Ver Tabla 4-5, Tabla 4-6, Tabla 4-7 y Tabla 4-8)

Tabla 4-5. Características del alumbrado.

DATOS DE UBICACIÓN E IDENTIFICACIÓN	
Folio: smt-001	Tensión: baja (220 volts)
No. de medidor: no existe	Plano de trabajo: Topilejo -0001
Calle y numero:	Entre las calles:
Localidad o colonia: Topilejo	Delegación: Tlalpan
Ciudad: Distrito Federal.	Estado: Distrito Federal

⁷⁹ Secretaría de Energía, Guías informativas sobre alumbrado público, 2005 (Actualización 2008), Anexo 1, CONAE, México

CAPITULO IV
CÁLCULOS Y RESULTADOS

Tabla 4-6. Condiciones técnicas de las luminarias.

TIPO DE LUMINARIAS	CANTIDAD	VOLTAJE (V)	POTENCIA (W)	POTENCIA DEL BALASTRO	TIPO DE LUMINARIA	REFRACTARIO /DIFUSOR	TIPO DE LUMINARIA SEGUN MODELO	LÁMPARAS CON PROTECCIÓN DIRIGIDA	LIMPIEZA EN LUMINARIAS
Vapor de mercurio	215	220	400	400	Empacada	Acrílico	Tipo granero	No	No
Vapor de sodio	137	220	400	400	Empacada	Polycarbonato	Alumbrado ubicuo con lente de gota	No	No
TOTAL	352								

Tabla 4-7. Tipos del poste y arreglo.

Colocación: Suministrador
Material: Concreto
Altura aproximada del luminaria (m): 8 metros
Ubicación: Generalmente Unilateral

Tabla 4-8. Condiciones de las luminarias.

DESCRIPCIÓN	LUMINARIAS FUNCIONANDO				LUMINARIAS SIN FUNCIONAR	
	BUENA	MALA (SIN REFLECTOR)	LUZ ENCENDIDA LAS 24 HORAS	REFLECTOR SUCIO	INSERVIBLE	SIN LÁMPARA
LÁMPARA	252	64	11	25	12	7

- Del censo realizado existen 352 luminarias operando en el polígono de estudio.
- Asimismo, 19 luminarias no operan, son inservibles o sin lámpara.

IV.3. Localización de luminarias. (Ver Figura 4-1) (Ver anexo I)

Las luminarias fueron localizadas por calles en el polígono de estudio.

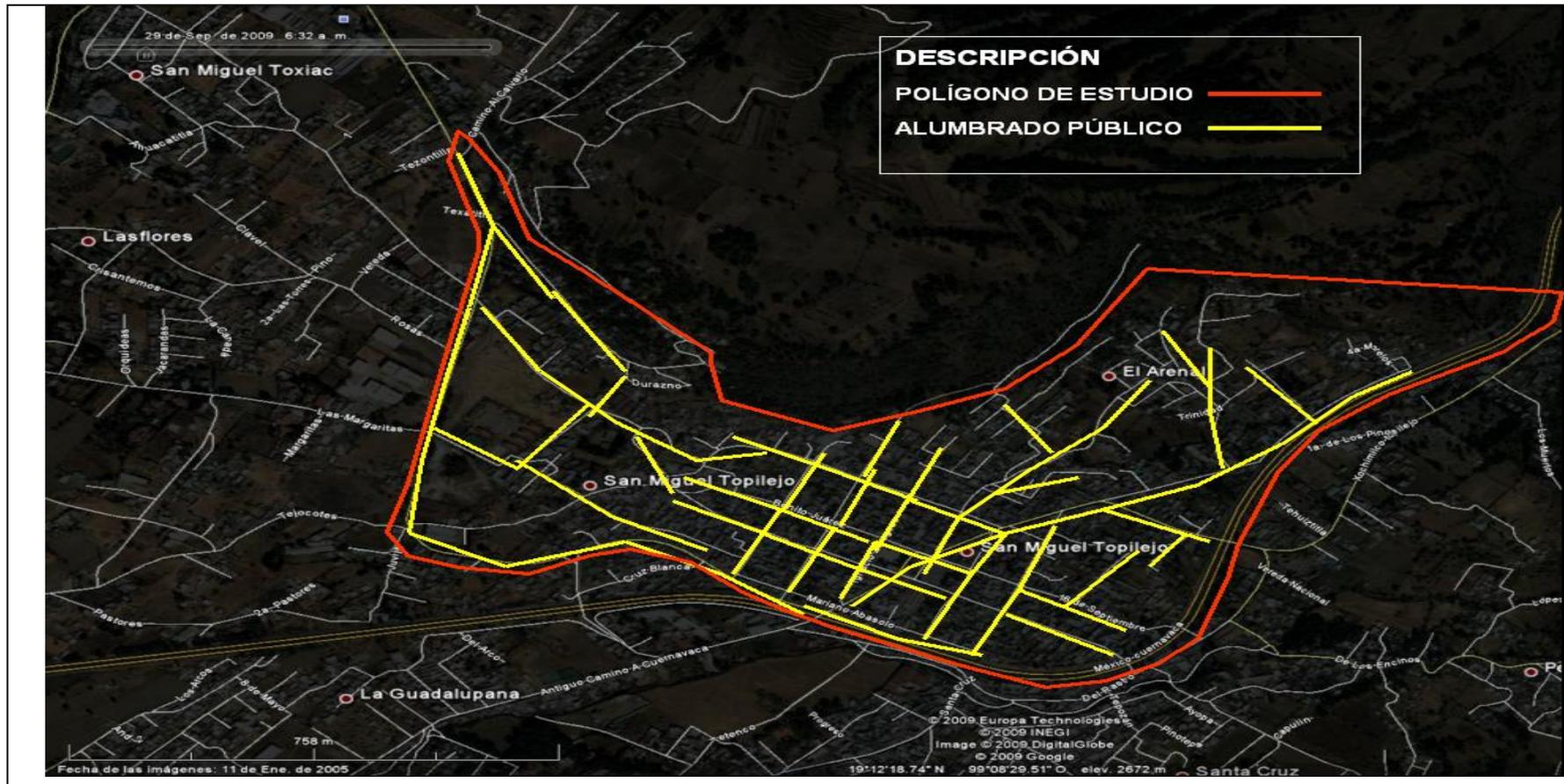


Figura 4-1. Localización de Alumbrado Público en Calles y Avenidas de la Zona de Estudio.⁸⁰

⁸⁰ Mapa digitalizado, www.google earth, (Enero de 2009)

CAPITULO IV
CÁLCULOS Y RESULTADOS

IV.4. Carga instalada. (Ver Tabla 4-9)

Se considera para un total de 352 luminarias en carga total.

Tabla 4-9. Carga instalada.

DESCRIPCIÓN	LÁMPARAS	POTENCIAN (W)	PERDIDAS DE BALASTRO (25%) (1+0.25)	CARGA INSTALADA (W)	CARGA INSTALADA W/1000=kw
Carga instalada:	352	400	1.25	176000	176

- La carga instalada para 352 luminarias existen 176 Kw

IV.5. Horas de operación (Se consideran las 352 lámparas)*. (Ver Tabla 4-10)

Del anochecer al amanecer, excepto en los servicios a semáforos (12 horas).

La Comisión Federal de Electricidad considera para alumbrado público 12 horas diarias de operación durante un promedio de 30.4 días al mes.

Tabla 4-10. Tiempo de operación.

HORAS DE OPERACIÓN	(H/DÍA)	(DÍA/MES)	H/MES
	12	30.40	364.80

La cantidad que resulte de aplicar las cuotas correspondientes al consumo equivale a las horas diarias del servicio de la demanda contratada.

IV.6. Consumo de energía eléctrica. (Ver Tabla 4-11)

Se considera para un total de 352 luminarias en carga total.

Normalmente se medirán los consumos de energía, aunque en los contratos respectivamente se establecerán los procedimientos para determinar el consumo de energía, de acuerdo a las características en que se efectúe el suministro de servicio y de conformidad con las normas aplicables.

El cargo es por energía consumida y se hace la diferencia entre baja y media tensión.

La demanda por contratar corresponderá al 100% de la carga conectada. Cualquier fracción de Kw se tomará como Kw completo.

Tabla 4-11. Consumo de energía.

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	CARGA INSTALADA (KW)	H/MES	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA kwh/mes
	176	364.8	64,204.80

- Lo que implica un consumo anual de energía eléctrica de: 770,457.6 kwh/año

* Nota.- Para las 11 luminarias encendidas las 24 horas, se consideran 12 horas en este inciso de referencia, sin embargo para el total de 24 horas, se realizó el cálculo en el inciso IV.10.- IV.10.- Estado de las luminarias encendidas las 24 horas y con reflector sucio.

CAPITULO IV
CÁLCULOS Y RESULTADOS

IV.7. Tarifa y facturación. (Ver Tabla 4-12 y Tabla 4-13)

Se considera para un total de 352 luminarias en carga total.

Las tarifas de alumbrado público se aplican al suministro de energía eléctrica para semáforos, alumbrado vial y alumbrado ornamental por temporadas, de calles, plazas, parques y jardines públicos.

La tarifa 5 se aplica en las zonas conurbanas del Distrito Federal, que incluye las 16 Delegaciones del Distrito Federal.

Precio de energía para el 2007 en el Alumbrado Público⁸¹.

Tabla 4-12. Tarifa 5 (Energía Eléctrica).

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Media Tensión (\$/kWh)	1.772	1.782	1.790	1.799	1.808	1.817	1.826	1.835	1.844	1.853	1.862	1.871
Baja Tensión (\$/kWh)	2.111	2.121	2.131	2.141	2.151	2.161	2.171	2.181	2.192	2.203	2.214	2.225

- Se utiliza para el cálculo de facturación el promedio de media y baja tensión durante todo el año de 2007.

Tabla 4-13. Facturación.

TARIFA 5	PROMEDIO: ALTA Y BAJA TENSIÓN DURANTE EL AÑO 2007 (\$/KWH)	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (KWH/MES)	IVA 15% (1+1.15)	FACTURACIÓN (\$/MES)
Año 2007	1.9942	64,204.80	1.15	147,242.79

- Por lo anterior, se tiene una facturación por año de: $(147,242.79\$/\text{Mes})(12 \text{ mes}) = 1,766,913.53 \text{ \$/año}$

IV.8. Relación de consumo de combustible en la generación de energía eléctrica.

Se considera para un total de 352 luminarias en carga total.

Cálculos:

- Consumo de energía eléctrica Cee:

$$Cee = \text{Carga Instalada (Kw)} \times \text{Horas (h)}$$

⁸¹ Secretaría de Energía, Tarifas de Energía Eléctrica 2007, México

$$C_{ee} = (176 \text{ Kw}) (12 \text{ h})$$

$$C_{ee} = 2112 \text{ Kwh}$$

Consumidos en un día de 12 horas.

- Energía:

$$1 \text{ Kwh} \rightarrow 3.6 \text{ Mj}$$

$$2112 \text{ Kwh} \rightarrow x$$

$$X = \frac{(2112 \text{ Kwh})(3.6 \text{ Mj})}{1 \text{ Kwh}}$$

$$X = 7603.2 \text{ Mj}$$

- Consumo en barriles de petróleo crudo equivalente (BPCE)⁸²

$$1 \text{ BPCE} \rightarrow 5983 \text{ Mj}$$

$$X \rightarrow 7603.2 \text{ Mj}$$

$$X = \frac{(7603.2 \text{ Mj})(1 \text{ BPCE})}{5983 \text{ Mj}}$$

$$\text{Consumo} = 1.27 \text{ BPCE /día}$$

De los resultados anteriores se obtiene que se consumen el equivalente a 463.55 BPCE/año.

- Consumo en pies cúbicos de gas natural (PCGN)

$$1 \text{ BPCE} \rightarrow 5000 \text{ PCGN}$$

$$1.27 \text{ BPCE} \rightarrow X$$

$$\text{Consumo} = 6350 \text{ PCGN /día}$$

De los resultados anteriores se obtiene que se consumen el equivalente a 2,317,750.00 PCGN/año.

⁸² Balance nacional de energía 2002, México, p. 88

IV.9. Determinación de la huella de carbono.

Se consideran para un total de 352 luminarias en carga total.

- Huella de carbono se define como: La cantidad total de gases de efecto invernadero producidos directa o indirectamente a apoyar las actividades humanas, generalmente expresada en toneladas equivalentes de dióxido de carbono (CO₂)⁸³.

Considerando las emisiones de CO₂ por combustibles, el petróleo el contribuye en 44%, el gas natural el 20% y el carbón con el 36%⁸⁴.

Equivalencias:

- El departamento de información de energía de E.U.A., lista que 19.564 lbs/galón americano, equivale a 10,66 Kg CO₂ por galón imperial (3,55 litros)⁸⁵.
- 1 litro de petróleo (combustible) produce aproximadamente 3kg de CO₂⁸⁶
- 1 barril de petróleo a temperatura ambiente tiene 42 galones, y cada galón tiene 3.785 litros. Por lo tanto $1 \times 42 \times 3.785 = 159$ litros.

Cálculos:

Consumo anual en litros:

Consumo anual = 463.55 BPCE/año

Kg/año = (159 litros/BPCE)(463.55 BPCE/año)

Consumo = 73704.45 litros/año

Huella de carbono = (73704.45 litros/año)(3 Kg CO₂) = 221113.35 Kg CO₂/año

Huella de carbono = 221.11 Ton de CO₂/año

Observaciones:

El consumo eléctrico de operación de 352 luminarias emiten aproximadamente 221 toneladas de CO₂.

⁸³ Definición, www.timeforchange.org (Enero de 2009)

⁸⁴ Energy information administration, emissions of greenhouse gases in the united status 2006, U.S.A. (Noviembre de 2007)

⁸⁵ Energy information administration, emissions of greenhouse gases in the united status 2006, coefficients U.S.A. (Noviembre de 2007), <http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/coefficients.html>

⁸⁶ Revista medioambiente, 6 de agosto de 2004, México, p. 20

IV.10. Estado de las luminarias. (Ver Figura 4-2)

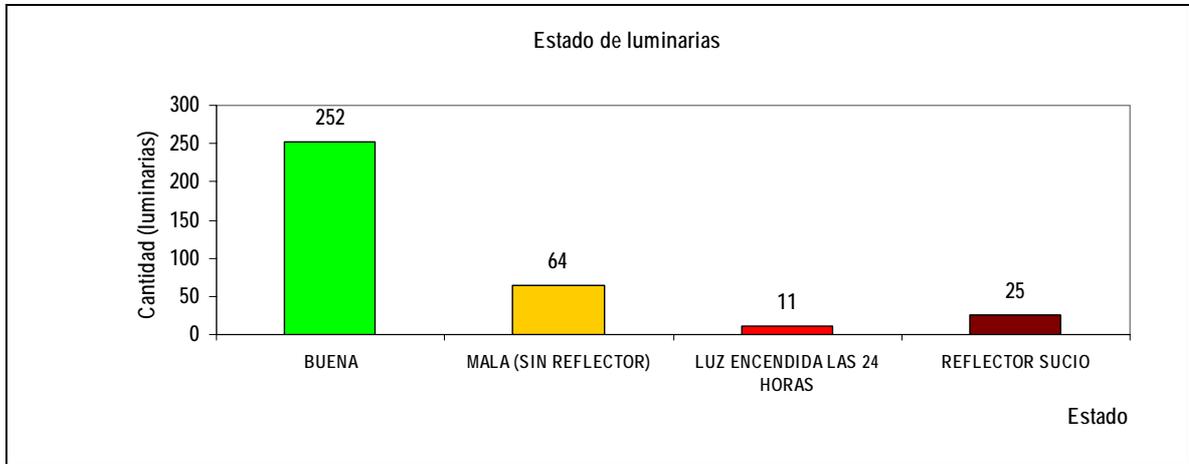


Figura 4-2. Condiciones de las luminarias.

Aun cuando ya, se realizó el cálculo de 352 luminarias operando, en lo referente a:

- a. Carga instalada.
- b. Horas de operación.
- c. Consumo de energía eléctrica.
- d. Tarifa y facturación.
- e. Relación de consumo de combustible en la generación de energía eléctrica, y
- f. Determinación de la huella de carbono

Es importante efectuar los cálculos correspondientes a las 11 luminarias que se encuentran encendidas las 24 horas, y determinar la facturación de operación por año.

IV.10.1. Carga instalada (Luz encendida 24 horas los 365 días del año). (Ver Tabla 4-14, Tabla 4-15, Tabla 4-16 y Tabla 4-17) (Ver anexo I)

Es importante señalar que

Considerando para un total de 11 luminarias que se encuentran encendidas las 24 horas.

Tabla 4-14 Carga Instalada.

DESCRIPCIÓN	LUMINARIAS	POTENCIAN (W)	PERDIDAS DE BALASTRO (25%) (1+0.25)	CARGA INSTALADA (W)	CARGA INSTALADA W/1000=kw
Carga instalada:	11	400	1.25	5500	5.5

CAPITULO IV
CÁLCULOS Y RESULTADOS

Tabla 4-15. Tiempo de operación.

HORAS DE OPERACIÓN	(H/DÍA)	(DÍA/MES)	H/MES
	24	30.40	729.6

Tabla 4-16. Consumo de energía.

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	CARGA INSTALADA (KW)	H/MES	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA KWH/MES
	5.5	729.6	4012.8

Tabla 4-17. Tarifa.

TARIFA 5	PROMEDIO: ALTA Y BAJA TENSIÓN DURANTE EL AÑO 2007 (\$/KWH)	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (KWH/MES)	IVA 15% (1+1.15)	FACTURACIÓN (\$/MES)
Año: 2007	1.9942	4012.8	1.15	9,202.67

Se obtiene una facturación de \$/año 110,432.09.

IV.10.2. Depreciación por suciedad. (Ver anexo I)

Otro aspecto a considerar es el relacionado a la acumulación de polvo en el reflectante de la luminaria,

Se consideran un total de 25 luminarias sucias.

Tasa de depreciación por suciedad = 23%⁸⁷

Costo de luminaria con aditamentos c/u = \$6,800.00

Depreciación = (25) (0.23) (6800) = \$ 39,100.00

Las pérdidas por suciedad de luminarias generan el equivalente a: \$ 39,100.00

IV.10.3. Depreciación en pérdidas del sistema eléctrico.

El adecuado diseño de la lámpara, programa de mantenimiento, conjunto óptico y el sistema eléctrico, aunado con el diseño del balastro, determina las pérdidas del sistema eléctrico, que puede llegar a ser de 40 a 45 W, por lámpara.

⁸⁷ Comité de Iluminación de Carreteras de la Sociedad de Ingenieros de Iluminación de Norteamérica.

IV.10.4. Flujo y rendimiento luminoso. (Ver Tabla 4-18 y Figura 4-3)

Cálculo del flujo luminoso:

Tabla 4-18. Flujo luminosos (lm)

TIPO DE LÁMPARA	FLUJO (lm) c/u	LUMINARIAS	FLUJO TOTAL (lm)
Vapor de mercurio 400 w	23,000	215	4,945,000
Vapor de sodio a alta presión	26,000	137	3,562,000
	Total	352	8,507,000

- Para el estudio de caso de la presente Tesis de Grado, se observó que la totalidad de luminarias carecen de aditamento protector.



Figura 4- 3. Luminarias con y sin aditamento protector

Flujo perdido (lm) = Flujo total (lm) x Perdidas sin aditamento protector (%) / 100

Flujo perdido (lm) = (8,507,000)(0.47)*

Flujo perdido = 3,998,290 lm

Resultados:

- Se emiten sin control hacia el cielo 3,998,290 lúmenes de flujo.
- Iluminación efectiva = 8,507,000 lm - 3,998,290 lm

Iluminación efectiva = 4,508,710 lm

Cálculo del rendimiento luminoso: (Ver Tabla 4-19)

Ecuación del rendimiento luminoso.

Rendimiento luminoso	Símbolo:	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Flujo luminoso}}{\text{Potencia consumida}}$
	lm / W	

$$\eta = \frac{\Phi}{W}$$

* El 47%, es un valor obtenido de la Curva de Iluminación realizada por Roy Bitzer y Dave Oesper, de la Lighting Associates, Inc. Incluida en el Capítulo I de la presente Tesis de Grado.

CAPITULO IV
CÁLCULOS Y RESULTADOS

Tabla 4-19. Rendimiento luminoso (lm)

LUMINARIAS SIN ADITAMENTO PROTECTOR	FLUJO TOTAL (lm)	CARGA INSTALADA (W)	RENDIMIENTO LUMINOSO (lm/w)
Sin considerar perdidas	8,507,000	176000	48.3
Considerando perdidas	4,508,710	176000	25.6

Resultados:

- Rendimiento luminoso considerando que no existe fuga: $\eta = 48.3 \text{ lm/w}$
- Rendimiento luminoso con fuga (sin aditamento protector): $\eta = 25.6 \text{ lm/w}$
- Tenemos rendimientos del 47%
- Los aditamentos protectores no deben permitir la iluminación efectiva de más de 80°.

IV.11. Propuesta de reducción en el consumo de energía eléctrica y facturación, consumo de combustible, huella de carbono y emisión luminica. (Ver Tabla 4-20, Tabla 4-21, Tabla 4-22 y Tabla 4-23)

- Cambio de lámparas: de Vapor de sodio de alta presión: Potencia = 175 W, con Voltaje de 220 V., se escogió este tipo de lámpara debido a su mayor periodo de vida útil, con respecto a las lámparas: de Vapor de sodio de baja presión.

Tabla 4-20. Carga por instalar.

LÁMPARAS	POTENCIA (W)	PERDIDAS DE BALASTRO (25%) (1+0.25)	CARGA INSTALADA (W)	CARGA INSTALADA W/1000 = KW
352	175	1.25	77000	77

Tabla 4-21. Tiempo de operación.

(h/día)	(día/mes)	h/mes
12	30.40	364.80

Tabla 4-22. Consumo de Energía Eléctrica

CARGA INSTALADA (kw)	h/mes	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (kwh/mes)
77	364.8	28,089.6

- La carga instalada por año es de: 337,075.2 kwh/año

Tabla 4-23. Facturación

TARIFA 5	PROMEDIO: ALTA Y BAJA TENSIÓN DURANTE EL AÑO 2007 (\$/KWH)	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (kwh/mes)	IVA 15% (1+1.15)	FACTURACIÓN (\$/mes)
Año 2007	1.9942	28,089.6	1.15	64,418.72

- La facturación por año es de: \$ 773,024.67

IV.11.1. Relación en la reducción por consumo de combustible.

Cálculos:

- Consumo de energía eléctrica Cee:

$Cee = \text{Carga Instalada (Kw)} \times \text{Horas (h)}$

$Cee = (77 \text{ Kw}) (12 \text{ h})$

$Cee = 924 \text{ Kwh}$

Consumidos en un día de 12 horas.

- Energía:

$1 \text{ Kwh} \rightarrow 3.6 \text{ Mj}$

$924 \text{ Kwh} \rightarrow X$

$$X = \frac{(924 \text{ Kwh})(3.6 \text{ Mj})}{1 \text{ Kwh}}$$

$X = 3326.4 \text{ Mj}$

- Consumo en barriles de petróleo crudo equivalente (BPCE)⁸⁸

$1 \text{ BPCE} \rightarrow 5983 \text{ Mj}$

$X \rightarrow 3326.4 \text{ MJ}$

$$X = \frac{(3326.4 \text{ Mj})(1 \text{ BPCE})}{5983 \text{ Mj}}$$

$\text{Consumo} = 0.55 \text{ BPCE /día}$

$\text{Consumo anual} = (0.55)(365 \text{ días}) = 200.75 \text{ BPCE/año}$

- Consumo en pies cúbicos de gas natural (PCGN)

$1 \text{ BPCE} \rightarrow 5000 \text{ PCGN}$

$0.55 \text{ BPCE} \rightarrow X$

$\text{Consumo} = 2750 \text{ PCGN}$

$\text{Consumo anual} = (2750 \text{ PCGN})(365 \text{ días}) = 1,003,750.00 \text{ PCGN/año}$

⁸⁸ Secretaría de Gobernación, Balance equivalencia del balance nacional de energía 2002, p. 121

IV.11.2. Determinación de la huella de carbono.

Cálculos:

Consumo anual en litros:

Consumo anual = 200.75 BPCE/año

Litros/año = (159 litros/BPCE)(200.75 BPCE/año)

Consumo = 31919.25 Litros/año

Huella de carbono = (31919.25)(3 Kg CO₂) = 95757.75 Kg CO₂/año

Huella de carbono = 95.75 Ton de CO₂/año

- Se emiten a la atmósfera aproximadamente 96 toneladas de CO₂, por consumo de combustible.

IV.11.3. Flujo y rendimiento luminoso. (Ver Tabla 4-24)

- Utilizando aditamento protector para lámpara se ilumina el 47% mas y se evita el resplandor (Ver Figura 4-4).

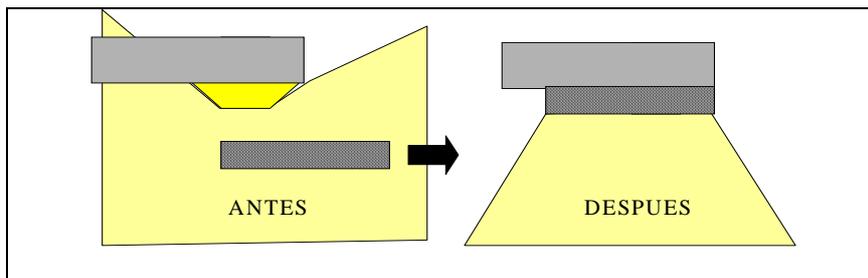


Figura 4- 4. Luminarias con aditamento protector.

Cálculo del flujo luminoso:

Tabla 4-24. Cálculo del flujo lumínico con aditamento protector.

TIPO DE LÁMPARA	FLUJO (lm) c/u	LÁMPARAS	FLUJO TOTAL (lm)
Vapor de sodio a alta presión	26,000	352	9,152,000
Aditamento protector			Cantidad
Flujo total (lm)			9,152,000
Perdidas sin aditamento protector (%)			47
Flujo no disipado			4,301,440
Flujo total aprovechado (0 a 30 m)			13,453,440

- Tenemos mayor iluminación: 13,453,440 lm, en zonas aprovechables (0 a 30 metros).
- Se evita la fuga de 4,301,440 lm, hacia el cielo y zona de conservación ecológica.

CAPITULO IV
CÁLCULOS Y RESULTADOS

Cálculo del rendimiento luminoso. (Ver Tabla 4-25)

Rendimiento luminoso	Símbolo:	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Flujo luminoso}}{\text{Potencia consumida}}$
	ad: lm / W	

$$\eta = \frac{\Phi}{W}$$

Tabla 4-25. Rendimiento luminoso (lm).

LUMINARIAS	FLUJO TOTAL (lm)	CARGA INSTALADA (W)	RENDIMIENTO LUMINOSO (lm/w)
Sin aditamento protector	9,152,000	77000	118.85
Con aditamento protector	13,453,440	77000	174.72

Resultados:

- Rendimiento luminoso sin aditamento protector: $\eta = 118.85 \text{ lm/w}$
- Rendimiento luminoso con aditamento protector: $\eta = 174.72 \text{ lm/w}$
- Tenemos rendimientos del 47%

IV.11.4. Propuesta: Límites por zona. (Ver Figura 4-5)⁸⁹.

Al respecto se propone definir áreas con diferente desarrollo y condiciones naturales propias, las cuales deben tener niveles diferentes de iluminación, se definen cinco Zonas de la Iluminación. Las Zonas son basadas en las Zonas Medioambientales definidas por la Comisión Internacional del Cielo Oscuro y por la Sociedad de Ingeniería de Alumbrado de América del Norte, como se describe a continuación: (Ver Tabla 4-26)

Tabla 4-26. Delimitación de zonas en el polígono de estudio.

ZONA	IDENTIFICACIÓN
Zonas E1: Son áreas con paisajes oscuros: Comprende los parques nacionales y áreas naturales protegidas y reservas ecológicas.	
Zonas E2: Son áreas con brillo bajo: Éstas son las áreas residenciales suburbanas y rurales.	
Zonas E3: Son áreas con brillo elemental: Éstas serán las áreas residenciales urbanas.	
Zonas E4: Son áreas de brillo alto: Éstas son áreas urbanas que tienen uso residencial y comercial, con alta actividad nocturna.	
Zonas E1A: Con restricción oscura: Esta reservado a las áreas de la investigación astronómica, y reservas naturales, donde se han identificado flora y fauna silvestre que requiere mayor oscuridad. Aquí la preservación de un paisaje naturalmente oscuro es suma importancia.	

Para continuar se deben normalizar las condiciones propias de cada nivel de iluminación. (Ver Figura 4-6)

⁸⁹ Asociación internacional del cielo oscuro, Manual de iluminación, Versión 1.14, U.S.A. 2006, p-1-40



Figura 4-5. Áreas de conservación ecológica en el polígono de estudio.⁹⁰

Actualmente la Comunidad de San Miguel Topilejo Tlalpan se encuentra incluida en los "Programa de Retribución por la Conservación de Servicios Ambientales en Reservas Ecológicas Comunitarias (Publicado en la Gaceta Oficial del D. F. del 19 de octubre de 2005), y el Programa de Retribución por la Conservación Servicios Ambientales en Áreas Comunitarias de Conservación Ecológica (Publicado en la Gaceta Oficial del D. F. del 8 de diciembre de 2006) del Gobierno del Distrito Federal, que implica el cuidado y restauración de 600 hectáreas de Reserva Ecológica Comunitaria.⁹¹

⁹⁰ Mapa digitalizado, www.google earth, (Enero de 2009)

⁹¹ Secretaría del Medio Ambiente del G.D.F., Programa de Retribución por la Conservación de Servicios Ambientales en Reservas Ecológicas, México, D.F., p. 1-5

Para la preservación de la flora y vida silvestre que existen en el sur del polígono de estudio es necesario definir niveles de iluminación en área próxima a las zonas de conservación ecológica, en esta Tesis de Grado, se proponen las zonas identificadas como E1 y E2.

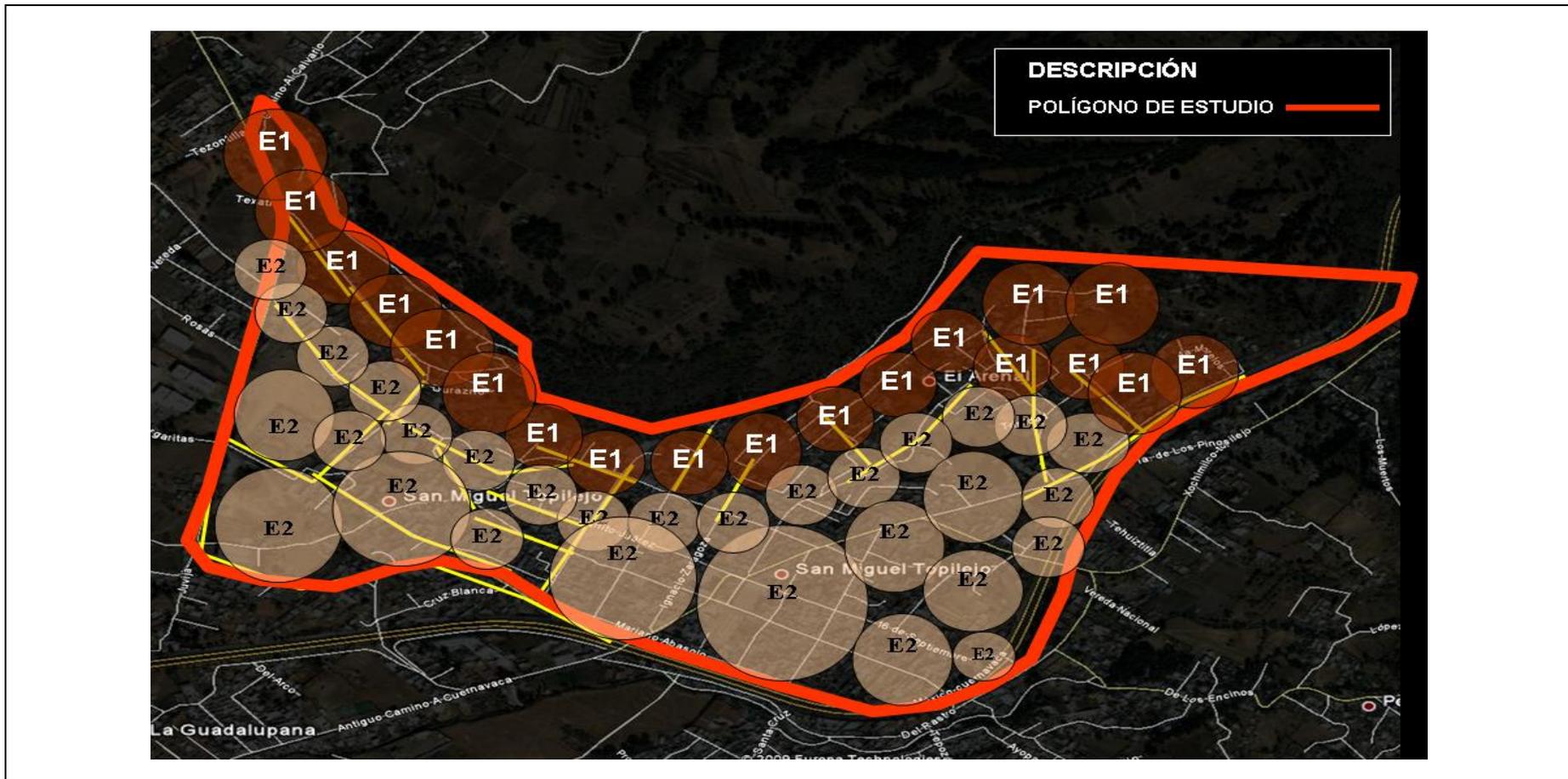


Figura 4- 6. Propuesta en plano, para niveles de iluminación.

IV.12. Tecnología LED. (Ver Figura 4-7)

Otra opción es utilizar la tecnología LED.- Diodo emisor de luz, también conocido como LED (acrónimo del inglés de Light-Emitting Diode).



Figura 4- 7. Luminaria con tecnología LED.

El pueblo de Torraca, en la provincia de Salerno, al sur de Italia, cambió todas las lámparas eléctricas del alumbrado público, basadas en tubos de descarga de bajo consumo, por LEDs, constituyéndose en la primera población del mundo en realizarlo de esta manera.

Las 700 lámparas LED instaladas en Torraca consumen solo el 40% de la potencia eléctrica de las lámparas de bajo consumo de gas empleadas hasta ahora; el proyecto recibió apoyo financiero bancario por 200 mil euros, el cual será cubierto en solo cinco años con los mismos ahorros en consumo eléctrico.⁹²

- LED City es una iniciativa a nivel internacional, aunque nacida en Estados Unidos, que pretende crear una colaboración entre ayuntamientos y empresas de la industria de la iluminación con tecnología LED. El objetivo: reducir el consumo eléctrico de los municipios en alumbrado público (hasta en un 62%) y promover esta tecnología de iluminación ecológica.
- La mayoría de ciudades que se han adherido a esta iniciativa a fecha de hoy son estadounidenses: Raleigh, Austin o Indian Wells, entre otras. No obstante, en Canadá, Toronto también se ha apuntado a la propuesta, y en Italia, la localidad de Torraca, como se mencionó anteriormente.

Las demás ciudades, aunque tal vez no tengan objetivos tan ambiciosos, sí que se comprometen, al adherirse a la iniciativa LED City, a ir progresivamente haciendo lo mismo: implantar tecnología LED en el alumbrado de sus calles, garajes, parques, y otros espacios urbanos

⁹² Revista Online Mexicana, especialista en iluminación, www.iluminet.com, (Marzo de 2009)

IV.13. Resultados finales. (Ver Tabla 4-27)

Tabla 4-27. Resultados finales.

DESCRIPCIÓN	ACTUAL	PROPUESTA	DIFERENCIA
Lámparas	352	352	n/a
Tipo de lámpara	Vapor de mercurio y vapor de sodio	Vapor de sodio a alta presión	n/a
Carga instalada (Kw)	176	77	99
Consumo de energía eléctrica (Kwh/mes)	64,204.80	28,089.60	36,115.20
Facturación (\$/mes)	147,242.79	64,418.72	82,824.07
Consumo en barriles de petróleo crudo equivalente (BPCE/año)	463.55	200.75	262.80
Consumo en pies cúbicos de gas natural (PCGN/año)	2,317,750	1,003,750	1,314,000
Calculo de la huella de carbono (toneladas de CO ₂ /año) por combustible	221.11	95.75	125.36
Programa de mantenimiento	No existe	Evitar pérdidas de 40 a 45 W por lámpara	

n/a.- No aplica

Al instrumentar las medidas descritas en la presente Tesis de Grado, se obtienen reducciones en:

- La carga instalada de: 176 a 77 Kw
- El Consumo de energía eléctrica en 36,115.20 Kwh/mes
- La Facturación muestra un ahorro de 82,824.07 \$/mes
- El Consumo en Barriles de Petróleo Crudo Equivalente (BPCE) utilizado para generar energía eléctrica disminuye en 262.80 BPCE/año.
- El Consumo en Pies Cúbicos de Gas Natural utilizado para generar energía eléctrica se reduce en 1,314,000 PCGN/año.
- Se dejarían de emitir 125 toneladas de CO₂/año

Asimismo:

Con respecto a la contaminación lumínica, actualmente se emiten sin control 3,998,290 lúmenes de flujo, sin embargo con los cambios propuestos se tendría mayor iluminación en la vialidades de 13,453,440 lm, con un flujo no disipado de 4,301,440 lm.

Se deben realizar acciones encaminadas a la regulación de las emisiones contaminantes lumínicas.

Asimismo, impulsar la tecnología LED, ya que reduce el consumo energético de hasta un 50% en luminarias de alto desempeño.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

Cada intervención humana en la naturaleza provoca alteraciones al medio natural, lo que comúnmente llamamos contaminación. Cuando hablamos de contaminación generalmente nos imaginamos algo sucio, de mal aspecto o mal olor en el agua, el suelo o en el aire. Pero con el desarrollo industrial y el consiguiente aumento de población, nos enfrentamos a un tipo diferente y nuevo de contaminación. Es la contaminación que no deja vestigios tan notorios como en los casos nombrados anteriormente, un tipo de contaminación no tan evidente a primera vista es la contaminación lumínica.

En México, hasta el momento no se le ha dado la importancia que tiene el control la contaminación lumínica, y sus efectos en el ahorro de energía eléctrica traen como consecuencia múltiples beneficios en la economía, sociedad y medio ambiente.

De la culminación de la presente Tesis de Grado, se determinó que 352 luminarias consumen 770,457.6 kwh/año, lo cual implica una facturación por año de \$ 1,766,913.48, con un equivalente a 221.11 toneladas de emisión de CO₂ por año, con una iluminación instalada de 8,507,000 lm (lúmenes), de los cuales se emiten sin control hacia la atmósfera 3,998,290 lm, con una iluminación efectiva hacia áreas aprovechables de 4,508,710 lm, lo que se traduce en contaminación lumínica y rendimientos inferiores a 50%.

Por otra parte, se propone realizar el cambio de 352 luminarias con aditamentos protectores que tengan un ángulo de incidencia de iluminación no mayor a 80°, e instalando lámparas de vapor de sodio a alta presión que son los que tienen mayor periodo de vida y su espectro de luz visible al ojo humano es mayor, aunado a su bajo consumo eléctrico (lm/w), que usarán preferentemente vidrios planos, o, en su defecto, ligeramente curvos, evitando siempre cualquier otro tipo, con una carga instalada máxima de: 337,075.2 kwh/año, una facturación de \$ 773,024.64 por año, dejando de emitir a la atmósfera 125.36 toneladas de CO₂/año, asimismo se tiene mayor iluminación efectiva de 13,453,440 lm, en zonas aprovechables (0 a 30 metros), evitando la fuga de 4,301,440 lm, y reduciendo de esta forma la contaminación lumínica.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Recomendaciones.

Muchos animales y plantas han desarrollado sistemas complejos para adaptarse a la noche y tienen su máxima actividad a partir del momento que el sol se esconde por el horizonte. Actualmente este tipo de hábitat se encuentra en proceso de desaparecer y en muchos lugares no existe la noche en alguna parte del año. Los animales y plantas nocturnas no encuentran su espacio y disminuyen sus densidades y en algunos lugares de poca extensión, se extinguen, al respecto es importante señalar que en los lepidópteros⁹³, más del 90%, son especies de costumbres nocturnas, por ello recomendable realizar estudios de flora y fauna de hábitat nocturno en el polígono de estudio.

Por otra parte, se debe incidir en el cambio de luminarias con aditamentos de bajo consumo eléctrico y que disminuyan las emisiones contaminantes lumínicas, por ello es recomendable identificar aquellos aditamentos y accesorios que tengan mayor rendimiento, la altura sea la adecuada para la conservación de la Biodiversidad donde las luminarias y los puntos de luz estén bajos, que dirijan la luz hacia abajo y que fuera de su radio de acción la iluminación no sea visible. Todo esto sin olvidar que es recomendable la luz en el espectro “más roja que azul o blanca”, ya que las radiaciones por encima de los 600 nm (Ver Anexo IV), son prácticamente invisibles para la mayoría de organismos, por ello es recomendable utilizar lámparas de vapor de sodio a alta presión que tienen un espectro más útil de luz visible al ojo humano.

Finalmente, es importante señalar que el ahorro de energía en alumbrado público, debe traducirse en disminuir la huella de carbono, para establecer sistemas de control y buscar mecanismos de gestión y administración nacionales e internacionales encaminados al ahorro de energía, por ello es recomendable que los municipios del país, se acerquen a la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.

⁹³ Fuente: Wikipedia.- Definición.- Los lepidópteros (Lepidoptera) (del griego «Lepis», escama, y «pteron», ala) son un orden de insectos que agrupa a mariposas y polillas, ambos grupos en sus estados juveniles se conocen como orugas. Este taxón representa el segundo orden con más especies entre los insectos (siendo superado solamente por el orden Coleoptera); de hecho, cuenta con más de 165.000 especies clasificadas en 127 familias y 46 superfamilias.

SUGERENCIAS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS A FUTURO

El calentamiento global, producto de la emisión de gases de efecto invernadero es el tema que más preocupa en la actualidad, ante tal perspectiva, es importante generar propuestas que incidan en la reducción de dichos gases, una de ellas, es parte de la presente tesis de grado, ya que al disminuir el consumo eléctrico por iluminar calles, se evita la emisión de CO₂, por generar menos energía eléctrica al utilizar combustibles fósiles.

Asimismo, en México la legislación en materia de contaminación lumínica son casi nulos, se deben realizar estudios ambientales encaminados en la reglamentación y normalización de la contaminación lumínica relacionados con los programas de ahorro de energía principalmente en zonas de reserva ecológica, santuarios, parque nacionales entre otros, que incluyan límites máximos permisibles con base en el cálculo del flujo hemisférico superior.

Finalmente se propone impulsar la tecnología LED, ya que reduce el consumo energético de hasta un 50% en luminarias de alto desempeño y su durabilidad es mayor, asimismo este tipo de lámparas permite la regulación de iluminación.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Acuerdo, Programa de retribución por la conservación de servicios ambientales en reservas ecológicas comunitarias, G.O.D.F., 19 de octubre de 2005, México, D.F.,
- 2 Antonio Gershenson Táfelov, Comparecencia del director de alumbrado público y mantenimiento urbano, mayo de 2002, México, D.F.
- 3 Asociación Argentina de Luminotecnia, 2007, Ponencia contaminación lumínica, p. 10-15
- 4 Asociación internacional del cielo oscuro, Manual de iluminación, Versión 1.14, E.U.A. 2006, p-1-40
- 5 Asociación internacional del oscuro-cielo, 2007, E.U.A., documento 106,p. 106
- 6 Balance nacional de energía 2002, México, p. 13-114
- 7 Boletín informativo de la coordinación de la investigación científica o ciudad universitaria, 1 de febrero de 2007, año vi, no. 71, p. 7
- 8 Camporeale Patricia y Gautam Dutt, 2006, Edit. Universidad Tecnológica Nacional, U.T.N. , Argentina Cap I, p. 1-20
- 9 Centro Nacional de Desarrollo Municipal (CEDEMUN), Censo de Municipios, 2003, México
- 10 CONAE, Programa de apoyo integral para la eficiencia energética municipal, 2007, México.
- 11 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, D.O.F., 24 de agosto de 2009, p. 1-67
- 12 Curva de iluminación, Outdoor Lighting Associates, Inc; email: <mailto:outdoorltg@aol.com>.(30 de mayo de 2007)
- 13 De Buen R. M. Odón, Fis. Judith Navarro, Lic. Sergio Segura C., 2009, Secretaria de Energía, Propuesta para ampliar la mitigación de gases de efecto invernadero en el sector eléctrico de México, p. 5
- 14 Décimo censo de población y vivienda 1995, México
- 15 Definición, Declaración universal de los derechos de las generaciones futuras, 2007, Nueva York, p. 4
- 16 Definición, Universidad de Barcelona, www.ub.edu/es/ , (22 de enero de 2007)
- 17 Delegación Tlalpan, Informe de la segunda visita técnica al Cerro Tetequilo 170062004, 2004, Tlalpan, México, D.F., p. 1-24
- 18 Delegación Tlalpan, Informe de la segunda visita técnica al Cerro Tetequilo 170062004, 2004, Tlalpan, México, D.F., p. 1-24-25
- 19 Delegación Tlalpan, Informe de la segunda visita técnica al Cerro Tetequilo 170062004, 2004, Tlalpan, México, D.F., p. 1-24

BIBLIOGRAFÍA

- 20 Delegación Tlalpan, Informe de la segunda visita técnica al cerro Tetequilo 170062004, 2004, Tlalpan, México, D.F., p. 1-24.
- 21 Energía, Tecnología y Educación, Propuesta para ampliar la mitigación de gases de efecto invernadero en el sector eléctrico de México, p. 5
- 22 Energy information administration, emissions of greenhouse gases in the united status 2006, coefficients E.U.A. (Noviembre de 2007)
- 23 Enríquez Harper, Manual práctico del alumbrado, 2003, Editorial Limusa, S.A. de C.V., México, D.F., p. 50-60
- 24 Folleto, Tecnotipos, 2008, Halophane, S.A. de C.V., México
- 25 G. Bibé Víctor, Recomendaciones generales para evitarla contaminación lumínica, 2007, Sigmaoctantis, Argentina, P. 1-6
- 26 García Fernández Javier, 2007, Oriol Boixs, S.A., E.U.A., p. 10
- 27 Gobierno del Distrito Federal, Programa delegacional de desarrollo urbano de Tlalpan, 1997 (actualizado 2007), México
- 28 Guías informativas sobre alumbrado público.- Secretaria de Energía, CONAE, México 2005
- 29 Ibarra Samuel, Curso: Delitos Ambientales-S.M.A, D.F. 2008.
- 30 INEGI, Censo de población y vivienda 2005, México, p. 85
- 31 Instituto de astrofísica de canarias (IAC), 2007, Revista
- 32 Jefatura de Gobierno del Distrito Federal, Coordinación de Planeación del Desarrollo Territorial.- 2001-2003, San Miguel Topilejo, p. 18
- 33 Ley Ambiental del Distrito Federal.- G.O.D.F., 13 de enero de 2000, México, p. 1-44
- 34 Ley General de Vida Silvestre, D.O.F. 3 de julio de 2000, Última reforma publicada DOF 14-10-2008, México, p. 18
- 35 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 2008, México, p. 2-52
- 36 Listado de áreas naturales protegidas, G.O.D.F., 26 de junio de 2007, México, D.F.
- 37 Luz y Fuerza del Centro, Historia del alumbrado público. 2005, México, p. 151
- 38 Manual del aire libre del código de la iluminación, 2005, E.U.A. versión 1,14, p. 1-110.
- 39 Norma Oficial Mexicana, NOM-001-SEDE-1999
- 40 Norma Oficial Mexicana, NOM-002-SEDE-1999

BIBLIOGRAFÍA

- 41 Norma Oficial Mexicana, NOM-013-ENER-1999
- 42 Norma Oficial Mexicana, NOM-058-SCFI-1999
- 43 Norma Oficial Mexicana, NOM-064-SCFI-2000
- 44 Periódico el Universal.- 27 de junio de 2006, México, .D.F.
- 45 Ponencia contaminación lumínica, Argentina, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rosario, aadlcr1@uol.com.ar, (18 de mayo de 2007)
- 46 Programa de Desarrollo Urbano de Tlalpan, 2007, G.O.D.F., México, D.F.
- 47 Programa Desarrollo Urbano del Distrito Federal, 1996, Actualización 2006, México, D.F.
- 48 Proyecto de Norma Oficial Mexicana, NOM-057-SCFI-1994
- 49 Reglamento de Iluminación de Baja California, publicado en el periódico oficial número 40, 29 de septiembre de 2006, tomo CXIII
- 50 Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica , D.O.F., 31 de mayo de 1993, México
- 51 Revista medioambiente, 6 de agosto de 2004, México, p. 20
- 52 Rincón Mejía Eduardo A, Asociación Nacional de Energía Solar, 2001, Noveno Congreso Internacional de CONEICO.- Word Trade Center, México
- 53 Roger Leiton, Contaminación lumínica: un problema de todos, 1998, Universidad de la Serena, Chile, p. 15
- 54 Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Mapa del Distrito Federal, 1998
- 55 Secretaria de Energía, Guías informativas sobre alumbrado público, 2005 (Actualización 2008), Anexo 1, CONAE, México
- 56 Secretaría de Energía, Tarifas de Energía Eléctrica 2007, México
- 57 Secretaría de Gobernación, Balance equivalencia del balance nacional de energía 2002, p. 121
- 58 Secretaria del Medio Ambiente del G.D.F., Curso de formación de inspectores 2007, México, .D.F.
- 59 Secretaria del Medio Ambiente del G.D.F., Programa de Retribución por la Conservación de Servicios Ambientales en Reservas Ecológicas, México, D.F., p. 1-5
- 60 Sello FIDE, Documento número esp4456, revisión del 12 de abril de 2009
- 61 Sistema de Información Energética (SIE), SENER. Balance Nacional de Energía 2005, México, p. 42
- 62 Sit & Richetta, S.A., 2009, Folleto, México, D.F.

BIBLIOGRAFÍA

Directorio de páginas electrónicas consultadas.

- 1 Asociación Internacional del Oscuro Cielo, <http://www.darksky.org>, (12 de enero de 2009)
- 2 Características de lámparas, <http://edison.upc.edu/curs/llum/extras/biblio.html>, (13 de marzo de 2007)
- 3 Comisión Federal de Electricidad, Banco de información económica, www.inegi.gob.mx, (consulta: 31 de octubre de 2007)
- 4 Comisión Federal de Electricidad, estadística, <http://www.cfe.gob.mx/>, (consulta: 3 de mayo de 2007)
- 5 Condiciones optimas de iluminación, www.astrogranada.org, (12 de mayo de 2007)
- 6 Definición, <http://www.celfosc.org/indice>, (15 de enero de 2007)
- 7 Definición, www.timeforchange.org (Enero de 2009)
- 8 El mundo, <http://www.elmundo.es/elmundo/2009/03/14/castillayleon/1237028955.html>, (20 de enero de 2009)
- 9 Esquema de recomendaciones, <http://www.iac.es>, (25 de abril de 2007)
- 10 Factores del ahorro de la iluminación, www.bekolite.com.mx, (3 de marzo de 2006)
- 11 Mapa digitalizado, [www.google earth](http://www.google.com/earth), (Enero de 2009)
- 12 Normas básicas de utilidad del alumbrado, Sociedad astronómica Granadina, www.astrogranada.org, (15 de abril de 2007)
- 13 Revista Online Mexicana, especialista en iluminación, www.iluminet.com, (Marzo de 2009)
- 14 Sociedad astronómica Granadina, www.astrogranada.org, (13 de marzo de 2007)

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Adaptación de la oscuridad:	Es el proceso por el cual el ojo humano, se adapta a una luminiscencia menor y cercana a 0,03 candelas por metro cuadrado.
Altura del montaje:	La altura del accesorio o de la lámpara sobre la tierra.
Ambiente:	El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.
Amperes:	Medida de corriente eléctrica. En las lámparas incandescentes, la corriente se relaciona con el voltaje y la potencia de la siguiente forma: corriente (Amps) = potencia (Watts)/ voltaje (Volts).
ANSI:	American National Standard Institute (ANSI): (Instituto Norteamericano de Normas Nacionales). Organización de consenso que coordina las normas voluntarias para las características eléctricas, físicas y de desempeño de las lámparas, balastos, luminarias, y demás equipo eléctrico y de iluminación.
Aprovechamiento sustentable:	La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.
Áreas Naturales Protegidas:	Las zonas sujetas a conservación ecológica, los parques locales y urbanos establecidos en el Distrito Federal para la conservación, restauración y mejoramiento ambiental. (Ley Ambiental del Distrito Federal)
Áreas naturales protegidas:	Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley. (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente)
ASCII	American Standard Code for Information Interchange; Código Americano Estándar para el Intercambio de Información.
Balastro:	Equipo auxiliar diseñado para arrancar y controlar de manera adecuada el flujo de energía hacia las fuentes de luz del tipo de descarga de gas, tales como las lámparas de descarga de alta intensidad (HID) y fluorescentes.
Biodiversidad:	La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas;

GLOSARIO DE TÉRMINOS

BPCE:	Barriles de petróleo crudo equivalente
Cadenas Tróficas	(Del griego throphe: alimentación) es el proceso de transferencia de energía alimenticia a través de una serie de organismos, en el que cada uno se alimenta del precedente y es alimento del siguiente. También conocida como cadena alimenticia, es la corriente de energía y nutrientes que se establece entre las distintas especies de un ecosistema en relación con su nutrición.
Candela	<p>La candela (símbolo cd) es la unidad básica del SI de intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática. de frecuencia 540×10^{12} hercios y de la cual la intensidad radiada en esa dirección es 1/683 vatios por estereorradián.</p> <p>Esta cantidad es equivalente a la que en 1948, en la conferencia general de pesos y medidas, se definió como una sexagésima parte de la luz emitida por un centímetro cuadrado de platino puro en estado sólido a la temperatura de su punto de fusión (2046 K).</p>
CIE:	La Comisión Internacional de Iluminación, designada abreviadamente como "CIE" por sus iniciales en francés (Commission Internationale de l'Éclairage), es una organización dedicada a la cooperación internacional y al intercambio de información entre sus países miembros sobre todas las materias relacionadas con la ciencia y el arte de la iluminación.
CONAE:	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
Contaminación:	La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.
Contaminante:	Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.
Criterios ecológicos:	Los lineamientos obligatorios contenidos en la presente Ley, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental;
Desequilibrio ecológico:	La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Eficacia Luminosa:	La producción de luz de una fuente luminosa dividida entre la alimentación de energía total hacia esa fuente. Se expresa en lúmenes por Watt
Emisiones Contaminantes:	La generación o descarga de materia o energía, en cualquier cantidad, estado físico o forma, que al incorporarse, acumularse o actuar en los seres vivos, en la atmósfera, agua, suelo, subsuelo o cualquier elemento natural, afecte negativamente su composición o condición natural.
Equilibrio ecológico:	La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.
Espectro Electromagnético:	Un continuo de radiación eléctrica y magnética que puede caracterizarse por frecuencia o longitud de onda. La luz visible incluye una pequeña parte de espectro electromagnético en la región, desde aproximadamente 380 nanómetros (violeta) hasta 760 nanómetros (rojo) por la longitud de onda.
Fauna silvestre:	Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.
Flora silvestre:	Las especies vegetales así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.
Flujo Hemisférico Superior:	Se define como flujo hemisférico superior instalado (FHSinst), la proporción en porcentaje, %, del flujo luminoso de una luminaria que se emite sobre el plano horizontal respecto al flujo total saliente de la luminaria, cuando la misma está montada en su posición de instalación.
Gigawatts:	Múltiplo de la potencia activa que equivale a mil millones de watts
IDA:	Asociación Internacional del Oscuro Cielo (IDA): Es una organización no lucrativa con fines ambientales en la problemática de la contaminación lumínica.
Iluminancia:	La cantidad de luz (lúmenes/área) que incide sobre una superficie. La iluminancia se mide en pies-candela, luxes.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Intensidad Lumínica:	La intensidad de la iluminación expresada en candelas. Los planos gráficos de la intensidad de la iluminación, llamadas curvas de distribución de intensidad luminosa, se utilizan para indicar las características de la distribución de intensidad en las lámparas tipo reflector.
Kj	Kilojoules, 1 kJ = 0.239 kcal
kvh	KVH: Kilovatio-hora: Una unidad de la energía igual al trabajo hecho por un kilovatio (1000 vatios) de energía que actúan para una hora.
Lámpara:	Utensilio que contiene una fuente de luz artificial que permite la visualización de diferentes partes o cavidades
LED:	Diodo emisor de luz, también conocido como LED (acrónimo del inglés de Light-Emitting Diode) es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN del mismo y circula por él una corriente eléctrica.
lm/W	Lúmenes/watt.- El rendimiento luminoso es el cociente entre el flujo luminoso producido y la potencia eléctrica consumida. La unidad es el lumen por watt (lm/W).
LPW	Lúmenes por Watt (LPW): Medida de eficiencia, mejor dicho, de “eficacia” de una fuente de luz. La eficacia es fácil de calcular tomando la producción de lúmenes de una lámpara y dividiéndola entre los watts de la misma. Por ejemplo, una lámpara de 100 watts que produce 1425 lúmenes tiene una eficacia de 14.25 lúmenes por Watt.
Lúmen:	La unidad internacional (SI) para medir el flujo luminoso o cantidad de luz.
Luminancia:	Anteriormente era la medida del brillo fotométrico. La luminancia tiene una definición matemática bastante complicada que involucra la intensidad y dirección de la luz. Se debe expresar en candelas por pulgada cuadrada o candelas por metro cuadrado, aunque algunas veces todavía se utiliza la unidad antigua “pie-lambert”. La luminancia es una cantidad medible, mientras que el brillo es una sensación subjetiva.
Luminaria:	Las luminarias (conocidas erróneamente como lámparas) son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas con el objetivo de aportar luz. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

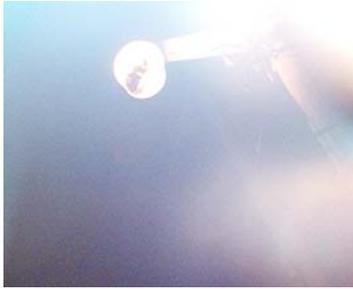
Lux (lx):	La unidad SI (internacional) de iluminancia. Un lux es igual a 1 Lúmen por metro cuadrado.
msnm:	Metros sobre el nivel del mar
Mw	Mega watts
nm	El nanómetro es la unidad de longitud que equivale a una milmillonésima parte de un metro. Comúnmente se utiliza para medir la longitud de onda de la radiación ultravioleta, radiación infrarroja y la luz.
Obscuro	Carente de luz' y, dicho de un color, 'que se acerca al negro'. Esta voz y todas las de su familia pueden escribirse de dos formas: conservando el grupo consonántico etimológico -bs- (obscuro, obscuridad, obscurantismo, etc.) o simplificando el grupo en -s- (oscuro, oscuridad, oscurantismo, etc.). Se recomiendan las grafías simplificadas, por ser más acordes con la articulación real de estas palabras y las más extendidas en el uso actual.
Ordenamiento ecológico:	El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.
Oscuro	Del lat. Obscūrus, que carece de luz o claridad (Real academia de la Española)
PCGN	Pies cúbicos de gas natural
Pentajoules	PJ.- 10e15 joules
PIB:	Producto Interno Bruto
Prevención:	El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.
Protector:	Accesorio (barrera): Un accesorio que no permite ninguna emisión sobre un plano horizontal a través de la luminaria.
SAP:	Sistema de Alumbrado Público
SENER:	Secretaría de Energía
Suelo de conservación:	El territorio clasificado por los Programas de Desarrollo Urbano, que comprende las áreas fuera de los límites del centro de población.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
Voltaje	Medida de la fuerza electromotriz en un mecanismo o circuito eléctrico expresada en volts.
Watt	Unidad de energía eléctrica. Las lámparas se clasifican en watts para indicar su consumo de energía. La energía consumida a través del tiempo es igual a la energía utilizada. 1 watt =1 joule/seg
ZCDF	Zona conurbada del Distrito Federal.- Delegaciones del Distrito Federal: Todas las Delegaciones del Distrito Federal.- Municipios del estado de México: Atizapán de Zaragoza, Chalco de Díaz Covarrubias, Chimalhuacán, Coacalco, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec, Huixquilucan de Degollado, Ixtapaluca, Los Reyes La Paz, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, San Mateo Atenco, San Vicente Chicoloapan, Santa Cruz Atizapán, Tepotzotlán, Texcoco, Tlalnepantla, Toluca, Tultepec, Tultitlán.- Municipios del estado de Morelos: Cuernavaca.

ANEXO I.

Material fotográfico realizado en el polígono de estudio.



Luminaria sucia.



Luminaria con flujo hacia el interior de casa habitación



Luminaria sin protector



Resplandor en conductor.- Lámpara sin protector



Laminaria encendida las 24 hrs (vapor de mercurio y de tipo granjero)



El 70% de las luminarias son del tipo cabeza de cobra ubicuo con lente de gota

ANEXO I.
Material fotográfico realizado en el polígono de estudio.



Robo de energía eléctrica



Luminaria sin vidrio reflejante



Luminarias encendidas 24 horas



Asentamientos irregulares en el Cerro Tetequilo.

ANEXO I.
Material fotográfico realizado en el polígono de estudio.



Área de conservación ecológica en el Cerro Tetequilo



Vista lateral del área de conservación ecológica en el Cerro Tetequilo

ANEXO II
Formatos del Censo

Los formatos son los proporcionados por el CONAE, y se utilizaron en la recopilación de información en el Polígono de Estudio.

Datos básicos del municipio

Conae		DATOS BÁSICOS DEL MUNICIPIO			FORMATO F1	
					FECHA:	
I. Datos generales						
	Nombre	Extensión territorial	No. habitantes	Periodo de gobierno		
				Inicio	Conclusión	
Municipio						
Estado						
II. Contacto						
	Nombre	Teléfono/Ext.	Fax	E-mail		
Presidente municipal						
Jefe de alumbrado						
III. Entrega de correspondencia						
Calle y No.			Colonia/Localidad			
Delegación/Municipio			Estado	Código Postal		
IV. Datos de facturación eléctrica						
Suministradora de energía (CFE/LFC)		Tarifa (5/5A)	Tensión de suministro (Baja/Media)			
Facturación por (Medición/Censo)		Fecha último censo	Periodo de actualización			
Recaudación por derecho de alumbrado Público (\$/año)						
Porcentaje de cobro por derecho de alumbrado por sector						
Residencial		Comercial	Público			
Facturación eléctrica de los últimos tres meses						
No. Mes	Mes	Consumo (kWh)	Facturación (\$)			
Primero						
Segundo						
Tercero						
V. Datos económicos						
Concepto			Si/No	Monto (\$)		
Tiene deudas con la suministradora de energía						
Tiene deudas con instituciones bancarias o similares						
Tiene capacidad de endeudamiento						
Cuenta con recursos propios para implantar medidas						

Datos que se despliegan automáticamente en la herramienta, al proporcionar el municipio y estado, los cuales pueden ser modificados

ANEXO II
Formatos del Censo

Reporte de condiciones de alumbrado público

Datos de ubicación e identificación				
Folio: _____		Tensión: Media <input type="checkbox"/> Baja (127 <input type="checkbox"/> 220 <input type="checkbox"/> 254 <input type="checkbox"/> 277 <input type="checkbox"/> 440 <input type="checkbox"/>)		
Nº de medidor: _____		Plano de Trabajo _____		
Calle y Número: _____				
Entre las calles: _____				
Localidad o Colonia: _____		Municipio o Delegación: _____		
Ciudad: _____		Estado: _____		
Observaciones: _____				
Datos de:				
Lámpara		Balastro		Luminario
Tipo:	Potencia (W):	Para lámpara de:	Potencia (W):	Tipo:
Luz mixta <input type="checkbox"/>	35 <input type="checkbox"/>	Vapor de mercurio <input type="checkbox"/>	35 <input type="checkbox"/>	LU _____
Vapor de mercurio <input type="checkbox"/>	39 <input type="checkbox"/>	Aditivos metálicos <input type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>	* Ver hoja de luminarios
Aditivos metálicos <input type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>	Sodio alta presión <input type="checkbox"/>	70 <input type="checkbox"/>	Clase:
Sodio alta presión <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	Sodio baja presión <input type="checkbox"/>	100 <input type="checkbox"/>	Abierta <input type="checkbox"/>
Sodio baja presión <input type="checkbox"/>	70 <input type="checkbox"/>	Fluorescentes <input type="checkbox"/>	125 <input type="checkbox"/>	Ventilada <input type="checkbox"/>
	75 <input type="checkbox"/>	No requiere <input type="checkbox"/>	150 <input type="checkbox"/>	Semi sellada <input type="checkbox"/>
Incandescentes	100 <input type="checkbox"/>		175 <input type="checkbox"/>	Empacada <input type="checkbox"/>
Foco convencional <input type="checkbox"/>	110 <input type="checkbox"/>	Marca:	250 <input type="checkbox"/>	
Halógeno <input type="checkbox"/>	125 <input type="checkbox"/>	Sola <input type="checkbox"/>	400 <input type="checkbox"/>	
Spot reflector <input type="checkbox"/>	150 <input type="checkbox"/>	MR <input type="checkbox"/>		
	160 <input type="checkbox"/>	Advance <input type="checkbox"/>	Voltaje:	Marca:
Fluorescentes	175 <input type="checkbox"/>	LS <input type="checkbox"/>	127 <input type="checkbox"/>	_____
Tubo T-12 A/Rápido <input type="checkbox"/>	250 <input type="checkbox"/>	G E <input type="checkbox"/>	220 <input type="checkbox"/>	_____
Tubo T-12 A/Instant. (Slime line) <input type="checkbox"/>	300 <input type="checkbox"/>	Otra <input type="checkbox"/>	254 <input type="checkbox"/>	_____
Tubo T-8 A/Rápido <input type="checkbox"/>	400 <input type="checkbox"/>		277 <input type="checkbox"/>	_____
Tubo T-8 A/Instant. <input type="checkbox"/>	500 <input type="checkbox"/>	Presentación:	440 <input type="checkbox"/>	_____
En "U" <input type="checkbox"/>		Desnudo <input type="checkbox"/>	Factor de Potencia:	Refractor/difusor:
Dona o Circular <input type="checkbox"/>	Control:	Bote <input type="checkbox"/>	Alto <input type="checkbox"/>	Vidrio
--- Compactas ---	Unitario <input type="checkbox"/>		Bajo <input type="checkbox"/>	Policarbonato
Compacta <input type="checkbox"/>	Grupo <input type="checkbox"/>	% Perdidas:	Tipo de circuito:	Acrílico
Refl. parab. tipo spot <input type="checkbox"/>	Dispositivo:	0 <input type="checkbox"/>	R. serie <input type="checkbox"/>	No tiene
Difusor tipo spot <input type="checkbox"/>	Fotocelda <input type="checkbox"/>	16 <input type="checkbox"/>	A. Autorreg. <input type="checkbox"/>	Observaciones:
Difusor tipo globo <input type="checkbox"/>	Reloj (timer) <input type="checkbox"/>	25 <input type="checkbox"/>	A. Alta reac. <input type="checkbox"/>	_____
	Manual <input type="checkbox"/>		T. Pot. cons <input type="checkbox"/>	_____
Marca: General Electric <input type="checkbox"/>		Observaciones: _____		_____
Philips <input type="checkbox"/>		_____		_____
Osram <input type="checkbox"/>		_____		_____
Otra <input type="checkbox"/>		_____		_____
Observaciones: _____		_____		_____
_____		_____		_____
_____		_____		_____

ANEXO II
Formatos del Censo

Datos del poste.

Datos del poste y arreglo													
Colocación:		Material:		Altura aproximada del luminario (m):									
Propio (municipio)	<input type="checkbox"/>	Acero	<input type="checkbox"/>	< 3	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	12	<input type="checkbox"/>	17	<input type="checkbox"/>		
Suministrador	<input type="checkbox"/>	Concreto	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	13	<input type="checkbox"/>	18	<input type="checkbox"/>		
Muro	<input type="checkbox"/>	Madera	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>	14	<input type="checkbox"/>	19	<input type="checkbox"/>		
Cable	<input type="checkbox"/>	Aluminio	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>		
				6	<input type="checkbox"/>	11	<input type="checkbox"/>	16	<input type="checkbox"/>	> 20	<input type="checkbox"/>		
Ubicación:				Disposición:									
Unilateral	<input type="checkbox"/>	Bilateral	<input type="checkbox"/>	Trilateral	<input type="checkbox"/>	A un lado	<input type="checkbox"/>	Al centro	<input type="checkbox"/>	Tresbolillo	<input type="checkbox"/>	Frente a frente	<input type="checkbox"/>
Observaciones:													

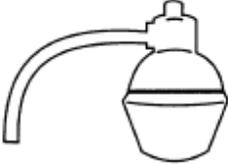
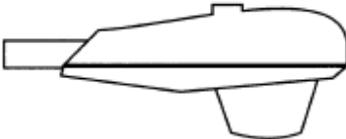
Condición:													
		Buena		Mala		Inservible		No hay					
Lámpara		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Balastro		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Luminario		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Refractor/difusor		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Reflector		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Poste		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Control		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Cableado		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Observaciones:													

Observaciones y comentarios:													

Fecha: _____ Responsable: _____

Realizado por: _____

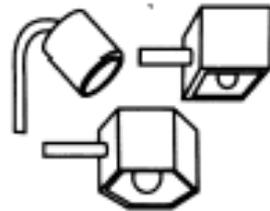
Tipología y claves de la Conae para luminarios usuales en alumbrado exterior

Clave	
<i>LUD: DEDO</i>	
<i>LUE: ESFERA</i>	
<i>LUF: FAROL</i>	
<i>LUL: LENTEJA</i>	
<i>LUS: SUBURBANO</i>	
<i>LUU: URBANÓ</i>	

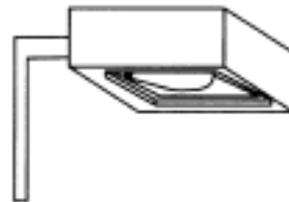
Clave
LUC: COBRA



LUB: BOTE



LUC: CAJA



LUI: INDUSTRIAL



LUI: OJO



LUK: CUBO

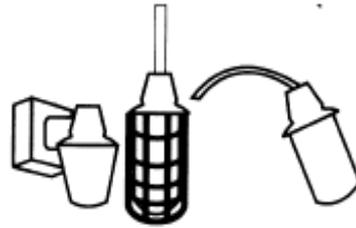


ANEXO II
Formatos del Censo

Clave
LUR: PROYECTOR



LUV: VASO



LUH: CUCHARA



LUP: PLATO



LUW: MURO



LUZ: TAZA



ANEXO II
Formatos del Censo

Claves de postes

Tipo	Clave
Concreto	POC
Metal (exclusivo para alumbrado público)	POM
Madera	POD
Casa (luminario instalado en la pared o en el techo de una casa)	POW
Cable (luminario instalado sobre un cable colgante en la calle)	POB

Claves de lámparas

LAI	Incandescente
LAIF	Foco convencional de filamento
LAIH	Halógeno
L Aid	Dicrónica (halógeno con reflector dicróico)
L AIS	Spot tipo reflector
LAF	Fluorescente
L AFC	Compacta
L AFR	Tubo T12, arranque rápido
L AFU	En U
L AFD	Dona o circular
L AFS	Compacta con reflector parabólico integrado tipo spot
L AFV	Compacta con difusor integrado tipo vaso
L AFG	Compacta con difusor integrado tipo globo
L AFL	Tubo T12, arranque instantáneo, slime line
L AFA	Tubo T8, arranque rápido
L AFI	Tubo T8, arranque instantáneo
LALM	Luz mixta
LAVM	Vapor de mercurio
LAAM	Aditivos metálicos
LASA	Sodio alta presión
LASB	Sodio baja presión
LAX	Otras

Claves de controles

Tipo	Clave
Fotocelda	COA
Manual	COM
Reloj (Timer)	COT

ANEXO II

Formatos del Censo

Claves de operaciones

Tipo	Clave
Lámpara apagada en la noche	OPA
Lámpara encendida en la noche	OPE
Lámpara encendida todo el día	OPT
Lámpara rectificando, parpadeando o centellando	OPD

Claves de condiciones

Tipo	Clave
Carece de luminario	ESA
Difusor degradado o dañado: amarillo, quebradizo, quemado, roto, rajado, brisado, manchado, opacado por sales o agentes internos	ESC
Difusor fracturado o faltante	ESE
Luminario golpeado o dañado seriamente	ESF
Luminario golpeado seriamente	ESL
No tiene lámpara	ESM
Reflector de luminario degradado o dañado: amarillo, corroído, quemado, despintado	ESR
Luminario y/o reflector, sucio, manchado, con material extraño	ESS
Otras	ESX

ANEXO II
Formatos del Censo

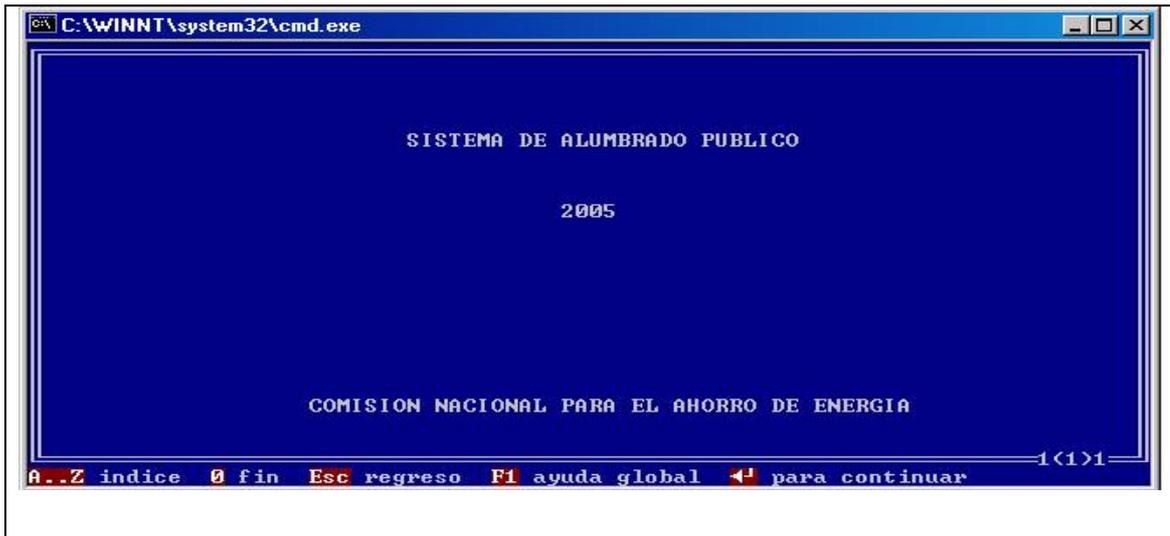
Sustitución de lámparas convencionales por lámparas de vapor de sodio alta presión

Lámpara	Flujo Luminoso (lm)	Sustitución	Flujo Luminoso (lm)
Incandescente de 60 W	820	Vapor de sodio de alta presión de 35 W	2250
Incandescente de 75 W	1070	Vapor de sodio de alta presión de 35 W	2250
Incandescente de 100 W	1560	Vapor de sodio en alta presión de 50 W	4000
Incandescente de 150 W	2550	Vapor de sodio en alta presión de 50 W	4000
Incandescente de 200 W	3200	Vapor de sodio en alta presión de 70 W	6300
Incandescente de 300 W	5505	Vapor de sodio en alta presión de 70 W	6300
Incandescente de 500 W	9675	Vapor de sodio en alta presión de 100 W	9500
Reflector uso interior de 50 W	525	Vapor de sodio de alta presión de 35 W	2250
Reflector uso interior de 75 W	1030	Vapor de sodio en alta presión de 35 W	2250
Reflector uso interior de 100 W	1200	Vapor de sodio en alta presión de 50 W	4000
Reflector uso interior de 150 W	1860	Vapor de sodio en alta presión de 70 W	6300
Reflector exterior de 75 W	940	Vapor de sodio en alta presión de 35 W	2250
Reflector exterior de 150 W	1500	Vapor de sodio en alta presión de 70 W	6300
Halógena (yodo-cuarzo) de 300 W	6000	Vapor de sodio en alta presión de 70 W	6300
Halógena (yodo-cuarzo) de 500 W	10950	Vapor de sodio en alta presión de 100 W	9500
Halógena (yodo-cuarzo) de 1000 W	21000	Vapor de sodio en alta presión de 250 W	28000
Halógena (yodo-cuarzo) de 1500 W	33000	Vapor de sodio en alta presión de 400 W	50000
Halógena reflectora de 45 W	510	Vapor de sodio en alta presión de 35 W	2250
Halógena reflectora de 90 W	1260	Vapor de sodio en alta presión de 50 W	4000
Vapor de mercurio de 100 W	4500	Vapor de sodio en alta presión de 70 W	6300
Vapor de mercurio de 125 W	6300	Vapor de sodio en alta presión de 70 W	6300
Vapor de mercurio de 175 W	8500	Vapor de sodio en alta presión de 100 W	9500
Vapor de mercurio de 250 W	13000	Vapor de sodio en alta presión de 150 W	16000
Vapor de mercurio de 400 W	23000	Vapor de sodio en alta presión de 250 W	28000
Luz mixta de 160 W	2900	Vapor de sodio en alta presión de 70 W	6300
Luz mixta de 250 W	5500	Vapor de sodio en alta presión de 70 W	6300
Luz mixta de 500 W	14750	Vapor de sodio en alta presión de 150 W	16000
Fluorescente de 39 W	2550	Vapor de sodio en alta presión de 35 W	2250
Fluorescente de 40 W	2600	Vapor de sodio en alta presión de 35 W	2250
Fluorescente de 55 W	3800	Vapor de sodio en alta presión de 50 W	4000
Fluorescente de 60 W	5200	Vapor de sodio en alta presión de 50 W	4000
Fluorescente de 75 W	5250	Vapor de sodio en alta presión de 70 W	6300
Fluorescente de 85 W	5600	Vapor de sodio en alta presión de 70 W	6300
Fluorescente de 110 W	7800	Vapor de sodio en alta presión de 100 W	9500
Fluorescente de 215 W	14800	Vapor de sodio en alta presión de 150 W	16000

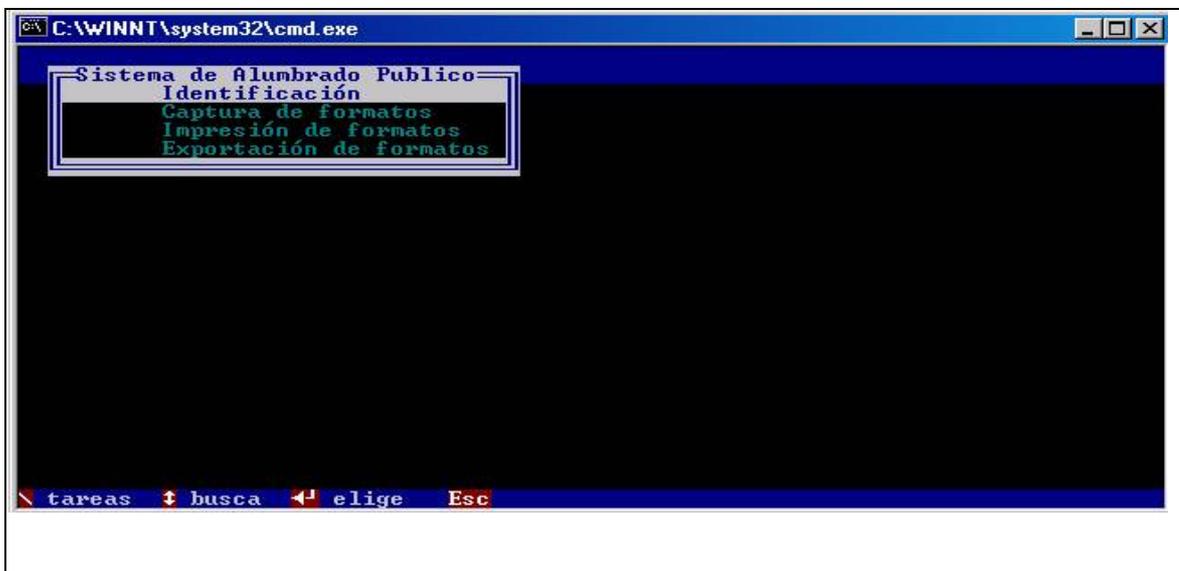
ANEXO III Sistema de alumbrado público "SAP"

El "SAP", es un Software "Sistema de Alumbrado Público", desarrollado por el CONAE para capturar el levantamiento de datos en archivos ASCII.

A Continuación, se describe el sistema SAP:

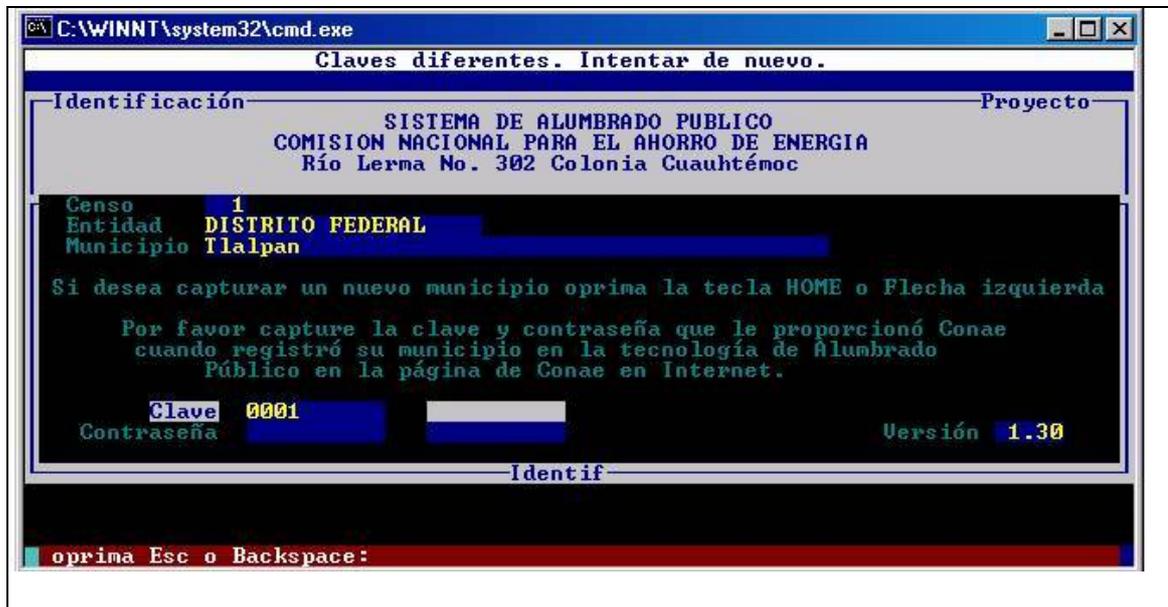


Sistema de alumbrado público "SAP"



Menú de inicio

ANEXO III Sistema de alumbrado público "SAP"



Identificación

Identificación del usuario

Lo primero que debe hacerse una vez instalado el Sistema es registrarse en la opción de Identificación que se encuentra en el Menú Principal.

Es importante que capture correctamente estos datos porque a través de ellos vamos a poder llevar un seguimiento adecuado de su proyecto.

Censo. El sistema le permitirá capturar los datos de varios municipios a través de un número de censo diferente. El sistema siempre le sugerirá el siguiente censo al que tenga registrado.

Entidad federativa Aquí deberá seleccionar la entidad donde está ubicado el proyecto. Oprima la tecla Enter y se desplegará una ventana con el catálogo de Entidades ordenado alfabéticamente.

Municipio Aquí deberá seleccionar el municipio donde está ubicado el proyecto. Oprima la tecla Enter y se desplegará una ventana con el catálogo de Municipios ordenados alfabéticamente.

ANEXO III
Sistema de alumbrado público "SAP"

Fecha de captura

Formato F1 f1

SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO
COMISION NACIONAL PARA EL AHORRO DE ENERGIA
Río Lerma No. 302 Colonia Cuauhtémoc
Censo 1 Asientos, Aguascalientes

I. DATOS GENERALES Fecha 04/11/09

Municipio
Estado

Extensión Habitantes Período de gobierno
Inicio Conclusión

Municipio km2 Habs
Estado km2 Habs

II. CONTACTO

Presidente Municipal
Nombre
Teléfono
Fax

Format1

tarear Esc fin INCORPORANDO

Formato 1

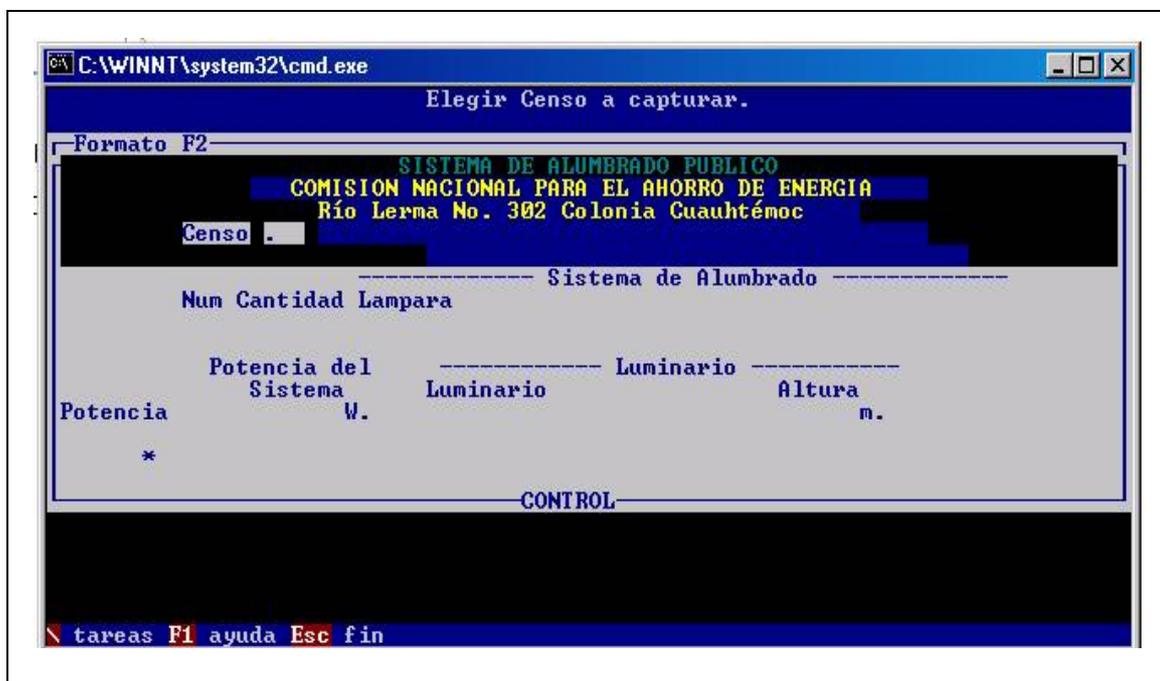
Captura de formato: F1

En el desarrollo del levantamiento de datos se establece como tarea fundamental el llenado de cuestionarios. Este primer formato contiene información general del municipio y está dividido en 5 secciones:

1. Datos Generales
2. Contacto
3. Entrega de correspondencia
4. Datos de factura eléctrica
5. Datos económicos

La descripción de los campos en cada una de las secciones anteriores es la siguiente:

ANEXO III Sistema de alumbrado público "SAP"



Formato 2

Captura de formato: F2

El sistema le solicitará la siguiente información:

- **Número.**- Este número se refiere al número de registro del formato y el sistema lo da automáticamente.
- **Cantidad.**- Se refiere a la cantidad de lámparas del sistema que está capturando.
- **Lámpara.**- Se refiere a la clave de la lámpara. Si no la conoce oprima Enter y se le desplegará una ventana con todas las claves.

Enseguida pide los siguientes datos opcionales:

- **Potencia del sistema.**- Aquí deberá capturar la potencia incluyendo el balastro (pérdidas).
- **Luminario.**- Aquí deberá digitar la clave del luminario. Si no la sabe oprima Enter y se desplegará una ventana con todos los luminarios.
- **Altura.**- Se refiere a la altura que se encuentra el luminario.

Si seleccionó la clave XXX Otras lámparas no incluidas ó la clave OTR Otro luminario, el sistema desplegará:

¿Desea ir a observaciones?.- En donde podrá describir la lámpara o luminario, así como sus características.

ANEXO III
Sistema de alumbrado público "SAP"

Catálogo de lámparas utilizadas en el sistema SAP

Clave	Descripción	Potencia unitaria [W]
ADM 100	Aditivos metálicos de 100 W	125
ADM 1000	Aditivos metálicos de 1000 W	1250
ADM 150	Aditivos metálicos de 150 W	187.5
ADM 1500	Aditivos metálicos de 1500 W	1875
ADM 175	Aditivos metálicos de 175 W	218.75
ADM 200	Aditivos metálicos de 200 W	250
ADM 250	Aditivos metálicos de 250 W	312.5
ADM 320	Aditivos metálicos de 320 W	400
ADM 35	Aditivos metálicos de 35 W	43.75
ADM 350	Aditivos metálicos de 350 W	437.5
ADM 39	Aditivos metálicos de 39 W	48.75
ADM 400	Aditivos metálicos de 400 W	500
ADM 450	Aditivos metálicos de 450 W	562.5
ADM 50	Aditivos metálicos de 50 W	62.5
ADM 70	Aditivos metálicos de 70 W	87.5
ADM 750	Aditivos metálicos de 750 W	937.5
FCO 13	Fluorescente compacta de 13 W	16.25
FCO 3X13	Fluorescente compacta de 3x13 W	48.75
FCO 5	Fluorescente compacta de 5 W	6.25
FCO 7	Fluorescente compacta de 7 W	8.75
FCO 9	Fluorescente compacta de 9 W	11.25
FLU 110	Fluorescente de 110 W	137.5
FLU 20	Fluorescente de 20 W	25
FLU 21	Fluorescente de 21 W	26.26
FLU 215	Fluorescente de 215 W	268.75
FLU 2X39	Fluorescente de 2x39 W	97.5
FLU 39	Fluorescente de 39 W	48.75
FLU 3X39	Fluorescente de 3x39 W	146.25
FLU 40	Fluorescente de 40 W	50
FLU 4X39	Fluorescente de 4x39 W	195
FLU 55	Fluorescente de 55 W	68.75
FLU 60	Fluorescente de 60 W	75
FLU 75	Fluorescente de 75 W	93.75
FLU 85	Fluorescente de 85 W	106.25
HAL 1000	Halógena de 1000 W	1000
HAL 1500	Halógena de 1500 W	1500
HAL 300	Halógena de 300 W	300
HAL 45	Halógena de 45 W	45
HAL 500	Halógena de 500 W	500
HAL 90	Halógena de 90 W	90
INC 100	Incandescente de 100 W	100
INC 150	Incandescente de 150 W	150
INC 200	Incandescente de 200 W	200

ANEXO III
Sistema de alumbrado público "SAP"

Catálogo de lámparas utilizadas en el sistema SAP (continuación)

Clave	Descripción	Potencia unitaria [W]
INC 25	Incandescente de 25 W	25
INC 300	Incandescente de 300 W	300
INC 40	Incandescente de 40 W	40
INC 50	Incandescente de 50 W	50
INC 500	Incandescente de 500 W	500
INC 60	Incandescente de 60 W	60
INC 75	Incandescente de 75 W	75
LUM 160	Luz mixta de 160 W	160
LUM 250	Luz mixta de 250 W	250
LUM 500	Luz mixta de 500 W	500
VAM 100	Vapor de mercurio de 100 W	125
VAM 1000	Vapor de mercurio de 1000 W	1250
VAM 125	Vapor de mercurio de 125 W	156.25
VAM 175	Vapor de mercurio de 175 W	218.75
VAM 250	Vapor de mercurio de 250 W	312.5
VAM 400	Vapor de mercurio de 400 W	500
VAM 75	Vapor de mercurio de 75 W	93.75
SBP 135	Vapor de sodio baja presión 135 W	168.75
SBP 150	Vapor de sodio baja presión 150 W	187.5
SBP 18	Vapor de sodio baja presión 18 W	22.5
SBP 180	Vapor de sodio baja presión 180 W	225
SBP 35	Vapor de sodio baja presión 35 W	43.75
SBP 55	Vapor de sodio baja presión 55 W	68.75
SBP 90	Vapor de sodio baja presión 90 W	112.5
SAP 100 BP	VSAP bal. bajas pérdidas 100 W	125
SAP 150 BP	VSAP bal. bajas pérdidas 150 W	174
SAP 200 BP	VSAP bal. bajas pérdidas 200 W	232
SAP 250 BP	VSAP bal. bajas pérdidas 250 W	290
SAP 400 BP	VSAP bal. bajas pérdidas 400 W	464
SAP 70 BP	VSAP bal. bajas pérdidas de 70 W	89.95
SAP 100 BC	VSAP balastro convencional 100 W	125
SAP 1000 BC	VSAP balastro convencional 1000W	1250
SAP 150 BC	VSAP balastro convencional 150 W	187.5
SAP 250 BC	VSAP balastro convencional 250 W	312.5
SAP 35 BC	VSAP balastro convencional 35 W	43.75
SAP 400 BC	VSAP balastro convencional 400 W	400
SAP 50 BC	VSAP balastro convencional 50 W	62.5
SAP 70 BC	VSAP balastro convencional 70 W	87.5

ANEXO IV
Consumo y energía.

Consumo final total de energía (Pentajoules)⁹⁴

	2004	2005	Variación porcentual 2005/2004	Estructura porcentual	
				2004 %	2005 %
Consumo final total	4,422.978	4,389.166	-0.8	100.0	100.0
Consumo no energético total	283.851	306.573	8.0	6.4	7.0
Petroquímica de PEMEX	193.604	190.379	-1.7	4.4	4.3
Otros ramas económicas	90.246	116.194	28.8	2.0	2.6
Consumo energético total	4,139.128	4,082.593	-1.4	93.6	93.0
Residencial, comercial y público	859.579	842.182	-2.0	19.4	19.2
Transporte	1,911.899	1,864.360	-2.5	43.2	42.5
Agropecuario	118.604	122.515	3.3	2.7	2.8
Industrial	1,249.045	1,253.535	0.4	28.2	28.6

Fuente: Sistema de Información Energética, Sener.
n.s.: no significativo.
La suma de los parciales puede no coincidir con los totales, debido al redondeo de las cifras.

Consumo de energía en el sector residencial, comercial y público (P.J.- Pentajoules)⁹⁵

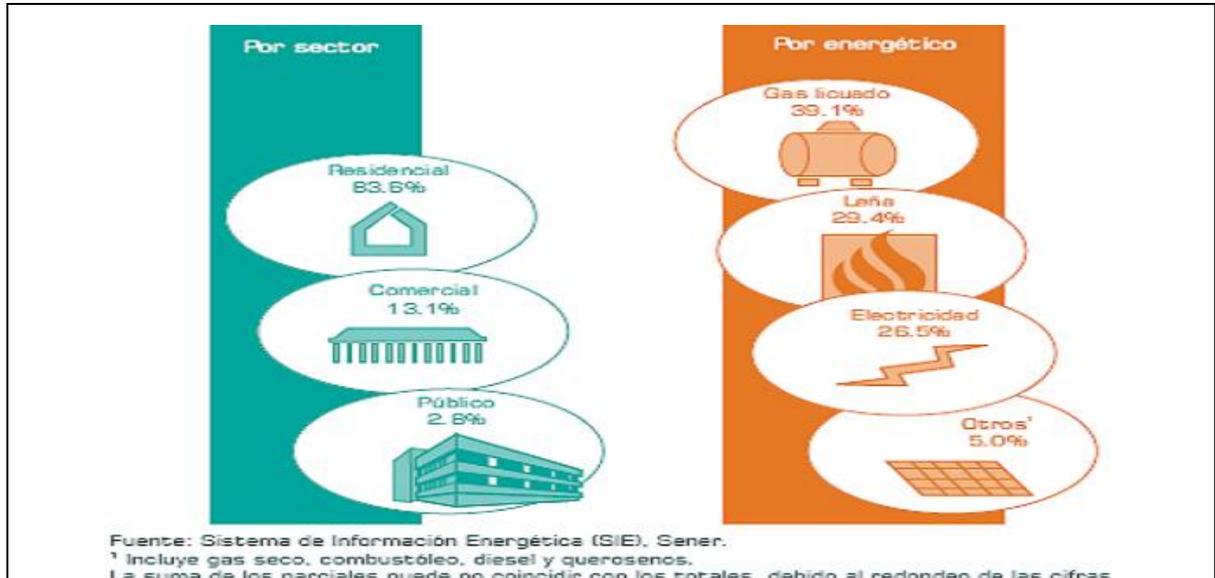
	Leña	Gas licuado	Querosenos	Diesel	Combustóleo	Gas seco	Electricidad	Total 2005	Total 2004	Estructura Porcentual 2005	Variación porcentual 2005/2004
Total	247.216	329.625	1.477	3.460	0.000	37.313	223.092	842.182	859.579	100.0	-2.0
Residencial	247.216	272.171	1.477	0.000	0.000	30.144	153.112	704.119	719.019	83.6	-2.1
Comercial	0.000	57.453	0.000	3.460	0.000	7.169	46.760	114.843	117.923	13.6	-2.6
Público	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	23.220	23.220	22.637	2.8	2.6

Fuente: Sistema de Información Energética, Sener.
n.s.: no significativo.
El gas seco incluye gas no asociado.
La suma de los parciales puede no coincidir con los totales, debido al redondeo de las cifras.

⁹⁴ Sistema de Información Energética (Sie), SENER. Balance Nacional de Energía 2005, México, p. 42

⁹⁵ Balance Nacional de Energía 2005, México, p. 44

ANEXO IV Consumo y energía.



Consumo de energía del sector residencial, comercial y público, 2005 (participación porcentual)⁹⁶.

Precios de productos refinados, tarifas del sector eléctrico y consumos.⁹⁷

Cuadro 41. Precio al público de productos refinados (pesos por litro)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Gasolina										
Nova ¹	2.45	3.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Magna	2.51	3.08	3.61	4.52	5.03	5.43	5.71	5.80	6.06	6.29
Premium	2.90	3.40	3.98	4.98	5.59	6.08	6.42	6.62	7.13	7.42
Diesel	1.94	2.40	2.84	3.75	4.17	4.51	4.75	4.92	5.07	5.22
Turbosina	1.48	1.40	1.16	1.46	2.49	2.14	2.04	2.74	3.85	5.70
Gas avión										
100/130	2.52	3.07	3.62	4.54	5.05	5.45	5.75	5.96	6.14	6.33
Gasóleo doméstico ²	-	2.55	2.73	3.63	4.04	4.37	4.60	4.68	4.91	5.06
Gasóleo industrial ³	1.23	1.30	-	-	-	-	-	-	-	-
Combustóleo										
Pesado	0.70	0.82	0.70	0.89	1.38	1.20	1.35	1.77	1.91	2.30
Intermedio ¹⁵	0.83	0.96	0.73	1.03	1.56	1.39	1.64	2.17	2.49	3.23

Fuente: Sistema de Información Energética (SIE), Sener.
¹ A partir de enero de 1998, se dejó de comercializar la gasolina Nova.
² A partir de 1997 el gasóleo doméstico sustituyó al diáfano.
³ A partir de 1998 el combustible industrial sustituyó al gasóleo industrial y a partir de abril de 2001 este producto se dejó de comercializar.
 Precios al 31 de diciembre de cada año.
 Incluye impuestos.

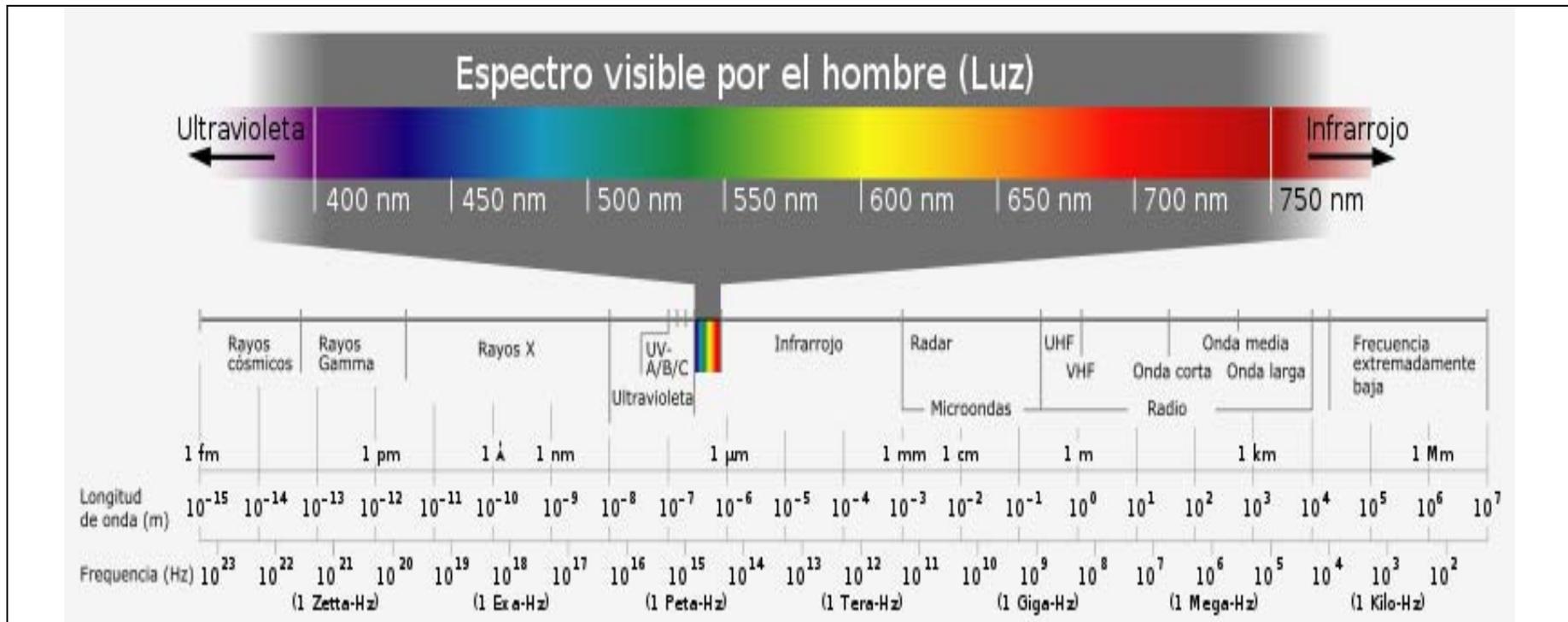
- De la tabla anterior podemos observar claramente que los precios de hidrocarburos se vienen incrementando cada año, lo que equivale en eficientizar el sistema de alumbrado público.

⁹⁶ Balance Nacional de Energía 2005, México, p. 45

⁹⁷ Balance Nacional de Energía 2005, México, p. 114

Espectro visible⁹⁸

Se denomina espectro visible a la región del espectro electromagnético que el ojo humano es capaz de percibir. A la radiación electromagnética en este rango de longitudes de onda se le llama luz visible o simplemente luz. No hay límites exactos en el espectro visible; un típico ojo humano responderá a longitudes de onda desde 400 a 700 nm aunque algunas personas pueden ser capaces de percibir longitudes de onda desde 380 a 780 nm.



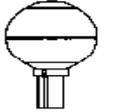
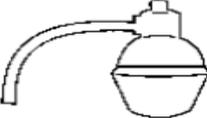
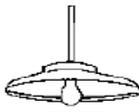
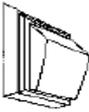
⁹⁸ Fuente.- http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_visible

ANEXO V
Clasificación y tipo de luminarias.

Clasificación de luminarias.

En la siguiente tabla, se muestran los distintos tipos de luminarias que existen en vía pública.

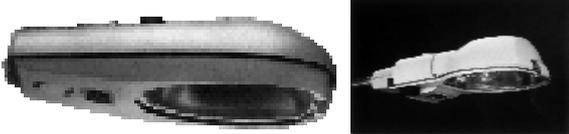
Clasificación de luminarias.

Tipo	Descripción	Tipo	Descripción
Dedo		Esfera	
Farol		Lenteja	
Suburbano		Urbano	
Cobra		Bote	
Caja		Industrial	
Ojo		Cubo	
Proyector		Vaso	
Cuchara		Plato	
Muro		Taza	

ANEXO V
Clasificación y tipo de luminarias.

Accesorios con bajos y altos rendimientos.⁹⁹

Existen diversos tipos de luminarias, dentro de los cuales podemos identificar en la siguiente tabla los accesorios que tienen altos y bajos rendimientos de iluminación existentes en el mercado.

BUENOS	MALOS
 <p>Los accesorios ornamentales deben tener tapa opaca o bien foco cubierto.</p>	 <p>Accesorios sin cubierta.</p>
 <p>Esta nueva generación del accesorio del tipo cabeza de la cobra, tiene una lente plana, que proporciona uniformidad superior de la iluminación en las alturas y los esparcimientos estándares.</p>	 <p>El alumbrado ubicuo con lente de gota- produce un nivel de fulgor y pérdida de luz.</p>
 <p>Luminarias tipo campana.</p>	 <p>Los accesorios tipo granero son muy ineficaces, ya que envían hasta un 20% de la luz hacia arriba y otro 20% de forma horizontalmente, incrementando el fulgor.</p>
 <p>Los reflectores deben ser utilizados, siempre con tapa y blindado lateral, y tener un ángulo de 45° con respecto a la horizontal.</p>	 <p>Sistemas de iluminación con protección lateral</p>  <p>Los reflectores sin blindaje proporcionan ángulos mayores a 45° y no deben ser utilizados.</p>

⁹⁹ Asociación internacional del oscuro-cielo, 2007, E.U.A., documento 106, p. 106