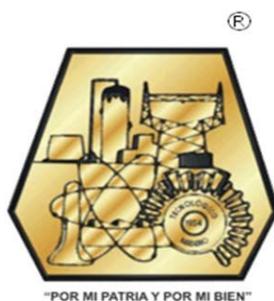


INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD MADERO  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION  
MAESTRIA EN GESTIÓN ADMINISTRATIVA



TESIS

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA LED EN EL  
ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO DE CIUDAD MADERO

Que para obtener el Grado de  
Maestro en Gestión Administrativa

Presenta  
Ing. Antonio Banda Cruz  
G06071158

Directora de Tesis  
M.C. Irma Beatriz Florencia Castillo

Co-director de Tesis  
M.A. Jorge Luis Santos Cuellar



Cd. Madero, Tams., a 29 de Noviembre de 2018

**OFICIO No.:** U8.240/18

**ÁREA:** DIVISIÓN DE ESTUDIOS  
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**ASUNTO:** AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN  
DE TESIS.

**ING. ANTONIO BANDA CRUZ**  
**No. DE CONTROL G06071158.**  
**PRESENTE**

Me es grato comunicarle que después de la revisión realizada por el Jurado designado para su Examen de Grado de Maestro en Gestión Administrativa, se acordó autorizar la impresión de su tesis titulada:

**“PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA LED EN EL ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO DE CIUDAD MADERO”**

El Jurado está integrado por los siguientes catedráticos:

PRESIDENTE :	M.C.	IRMA BEATRIZ FLORENCIA CASTILLO
SECRETARIO:	M.A.	JORGE LUIS SANTOS CUELLAR
VOCAL:	M.A.	JESÚS GÓMEZ ROJAS
SUPLENTE:	M.A.	AQUILES IBARRA HERNÁNDEZ

DIRECTORA DE TESIS :	M.C.	IRMA BEATRIZ FLORENCIA CASTILLO
CO-DIRECTORA DE TESIS:	M.A.	JORGE LUIS SANTOS CUELLAR

Es muy satisfactorio para la División de Estudios de Posgrado e Investigación compartir con Usted el logro de esta meta. Espero que continúe con éxito su desarrollo profesional y dedique su experiencia e inteligencia en beneficio de México.

**ATENTAMENTE**

*“Excelencia en Educación Tecnológica®  
“POR MI PATRIA Y POR MI BIEN”®*

**DR. JOSÉ AARÓN MELO BANDA**  
**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS**  
**DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**



c.c.p.- Archivo  
Minuta

JAMB 'GCG' mdcia\*



## DEDICATORIA

**A mis padres** por siempre inculcarme a ser una mejor persona, a seguirme superando y ser un ejemplo en mi vida, **a mi hermana** por ser un modelo de superación y demostrarme que trabajando duro y a pesar de los obstáculos se puede lograr lo que te propongas, **a mi hermano** por siempre estar para mí en todo momento, **mis sobrinas Sofía y Daniela** por ser esa alegría en mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por darme fortaleza para seguir adelante y nunca rendirme a pesar de los obstáculos que se me han presentado en el camino.

Le doy mi más profundo agradecimiento a mi asesora la M.C. Irma Beatriz Florencia Castillo y a mi coasesor el M.A. Jorge Luis Santos Cuellar, por todo el apoyo proporcionado, a fin de poder cumplir con este objetivo tan importante para mi desarrollo personal y profesional.

Al departamento de alumbrado público del Municipio de Ciudad Madero, administración 2013-2016 especialmente al Ing. José Guadalupe Reyes Mujica por la confianza y el apoyo para poder desarrollar este proyecto.

## RESUMEN

El presente proyecto lleva por nombre **Propuesta para la Implementación de Tecnología LED en el Alumbrado Público del Municipio de Ciudad Madero**, el cual consiste en un análisis muy útil para la toma de decisiones de la administración 2013 - 2016 del Municipio ya mencionado, para la modernización en el alumbrado público.

El objetivo es realizar un estudio costo-beneficio que demuestre las ventajas de utilizar tecnología LED en el alumbrado público apoyándonos en el censo de alumbrado público 2014 y en las tarifas para el cobro de la energía eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.).

Como es un proyecto análisis costo beneficio se confronta el consumo de energía eléctrica que generan las luminarias instaladas contra el consumo de las luminarias LED y así poder determinar cuánto es la disminución. Además se tiene que calcular el pago total que se tendría que hacer por la adquisición de las luminarias LED, y con esto saber en cuanto tiempo se recupera la inversión realizada.

Los resultados que se obtienen es la disminución en el pago mensual por el consumo de energía eléctrica ante la Comisión Federal de Electricidad, también se reduce el mantenimiento que se le debe de aplicar constantemente a las luminarias, con esto se le da un mejor servicio de iluminación a la ciudadanía para el desarrollo de actividades nocturnas y se cuida el medio ambiente al dejar de utilizar luminarias que contienen materiales dañinos.

## **SUMMARY**

This project is called Proposal for the Implementation of LED Technology in Public Lighting of the Municipality of Ciudad Madero, which consists of a very useful analysis for the decision making of the administration 2013 - 2016 of the aforementioned Municipality, for the modernization in public lighting.

The objective is to carry out a cost-benefit study that demonstrates the advantages of using LED technology in public lighting, based on the 2014 street lighting census and the electric power collection rates of the Federal Electricity Commission (C.F.E.).As it is a cost-benefit analysis project, the electric energy consumption generated by the luminaires installed against the consumption of the LED luminaires is compared and thus, how much is the decrease. In addition you have to calculate the total payment that would have to be made for the acquisition of the LED luminaires, and with this knowing in a short time the investment made is recovered.

The results obtained are the decrease in the monthly payment for the electric power consumption before the Federal Electricity Commission, also the maintenance that must be applied to the luminaires is reduced, with this a better service is given. lighting to the citizens for the development of nocturnal activities and the environment is taken care of when using luminaries containing harmful materials.

# INDICE

---

<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>iii</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>vii</b>
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes	4
1.2 Declaración del Problema	6
1.3 Objetivo General	7
1.4 Objetivo específico	7
1.5 Importancia del Trabajo de Investigación	7
1.6 Limitaciones del Trabajo	8
1.7 Delimitaciones de la Investigación	8
<b>CAPITULO II EL MARCO TEÓRICO</b>	<b>9</b>
2.1 El Marco Terminológico	10
2.2 El Marco Histórico	13
2.3 El Marco Organizacional	16
2.4 El Marco Jurídico	18
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>40</b>
3.1 Tipo de Estudio	41
3.2 Diseño de la Investigación	42

<b>CAPITULO IV PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>45</b>
4.1 Censo de alumbrado público	46
4.2 Selección de luminarias para su remplazo	51
4.3 Cálculo de la carga de las luminarias a sustituir	52
4.4 Cálculo de la carga de las luminarias LED	55
4.5 Gasto de mantenimiento de las luminarias actualmente instaladas	.56
4.6 Análisis de los proveedores de luminarias LED y sus precios.	59
<b>CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>65</b>
5.1 Conclusiones de los objetivos	66
5.2 Recomendaciones	68
<b>Bibliografía</b>	<b>69</b>

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 4.1. Censo de Alumbrado Público 2014 del Municipio de Ciudad Madero, parte 1.	47
Tabla 4.2. Censo de Alumbrado Público 2014 del Municipio de Ciudad Madero, parte 2.	47
Tabla 4.3. Censo de Alumbrado Público 2014 del Municipio de Ciudad Madero, parte 3.	48
Tabla 4.4. Censo de Alumbrado Público 2014 del Municipio de Ciudad Madero, parte 4.	48
Tabla 4.5. Muestra en resumen la cantidad de luminarias por tipo de iluminación.	49
Tabla 4.6. Desglose de luminarias por capacidad.	51
Tabla 4.7. Desglose de luminarias por capacidad agregando el 25% por pérdidas.	52
Tabla 4.8. Consumo de energía de luminarias	53
Tabla 4.9: Proveedores locales parte 1	57
Tabla 4.10: Proveedores locales parte 2	57
Tabla 4.11: Proveedores locales parte 3	58
Tabla 4.12 Comparativo de iluminación actual contra iluminación LED	61
Tabla 4.13: Propuestas de luminarias LED	61
Tabla 4.14: Determina el costo promedio de la luminaria LED	62
Tabla 4.15: Costo total de las 7,257 luminarias LED	62

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 2.1 Gobierno Municipal de Ciudad Madero, 2013	17
Figura 2.2 Elementos que componen a un foco.	30
Figura 4.1 Población de luminarias del Municipio de Ciudad Madero	50

## **Introducción**

El crecimiento de las ciudades es mayor día con día, por lo cual se debe de llevar una visión y planeación, este proceso debe de ir de la mano con la implementación de nuevas tecnologías, ya que es un factor fundamental en el desarrollo urbano de las ciudades

En el capítulo 1 se establece la problemática que el Municipio de Ciudad Madero presenta al tener instaladas en sus diferentes calles y avenidas principales luminarias que cuentan con una tecnología de iluminación ya casi obsoleta y como el implementar nuevas tecnologías de iluminación traerá un mejor beneficio a la ciudadanía tanto en el desarrollo urbano así como en lo económico, mediante un análisis costo beneficio.

En el capítulo 2 se recopila información sobre cómo surgió la iluminación y los diferentes materiales que el hombre ha ido utilizando para mejorar su eficiencia, así como los fundamentos teóricos para el desarrollo de la investigación.

También se mencionan los diferentes departamentos que se compone el Municipio de Ciudad Madero y cuál de ellos es el responsable de brindarle un buen servicio de iluminación a la ciudadanía y de las leyes que rigen al servicio de energía eléctrica en el país

En el capítulo 3 se muestra la forma de obtención de los datos, así como el manejo que se hizo de ellos y el nacimiento de la idea. Se explica la forma en que se especificarán los resultados y las conclusiones finales.

En el capítulo 4 se desarrolla el proyecto partiendo del análisis del censo de alumbrado público realizado en el año 2014, se determina cuantas y cuales luminarias son óptimas para su remplazo, también se calcula el pago mensual por el consumo de energía eléctrica y el mantenimiento que produce las luminarias instaladas casi obsoletas y las que se tendría instalando tecnología LED.

Se muestran las características técnicas con la que la luminaria LED deberá contar, los diversos proveedores, así como los diferentes precios y el costo total por la adquisición de todas las luminarias que requieren ser remplazadas.

En el capítulo 5 se muestran las conclusiones finales tanto del objetivo general como de los objetivos específicos y se hacen recomendaciones.

**CAPITULO I**  
**DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE**  
**INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Antecedentes**

Ciudad Madero es un Municipio que pertenece al Estado de Tamaulipas. Logró su independencia de Tampico el 1 de Mayo de 1924, Anteriormente era conocido como Villa Cecilia, este nombre lo adquirió por Doña Cecilia Villarreal, considerada como la primera pobladora ilustre de este lugar, posteriormente el 11 de Septiembre de 1930 es elevado al rango de Ciudad con el nombre de Ciudad Madero. La ciudad cuenta con una cabecera municipal ubicada en la zona centro de la misma, situada frente a la Avenida Álvaro Obregón, entre la Avenida Francisco Sarabia y la calle Carranza.

Ciudad Madero es una localidad costera en el golfo de México, ubicada en el sureste del Estado de Tamaulipas, colindando al norte con el Municipio de Altamira; al este con el Golfo de México; al sur con el Estado de Veracruz y al oeste con el Municipio de Tampico, cuenta con una extensión territorial de 46.60 kilómetros cuadrados, que representa el 0.07 por ciento del total del Estado y su población es de 209,175 habitantes de los cuales 109,658 son mujeres y 99,658 son hombres.

Una pieza fundamental en el desarrollo de la ciudad es la refinería Madero la cual está posicionada como uno de los centros de refinación de petróleo más importantes en el país, empezó a funcionar en 1908, en un principio con un poco más de 600 empleados, y se encuentra ubicada a dos kilómetros de la desembocadura del río Pánuco.

Una de las grandes obras que fue impulsada por la refinería, es el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, el cual abrió sus puertas el 2 de Septiembre de 1954, inicialmente por la necesidad de capacitar a los trabajadores de la refinería. Ha forjado grandes profesionistas, los cuales han logrado destacar tanto nacional como internacionalmente, poniendo el nombre de la institución muy en alto.

La playa Miramar, considerado como el máximo lugar de recreo del sur de Tamaulipas y del Golfo de México, por sus playas de oleaje tranquilo y arena suave, es sitio preferido por paseantes y vacacionistas, ahí se encuentran las escolleras, en donde puedes apreciar por un lado la desembocadura del Río Panuco y por el otro lado el mar.

El alumbrado público es el servicio de iluminación que se les da a las vías públicas tales como parques, calles y avenidas.

El Ayuntamiento de Ciudad Madero es el encargado de:

- Designar entre sus miembros las comisiones para la inspección y vigilancia de los diferentes aspectos de la administración y los servicios públicos municipales.
- Organizar la estructura y funcionamiento de la administración pública municipal.
- Analizar, discutir y aprobar el presupuesto de egresos y la iniciativa de ley de ingresos del municipio.
- Vigilar que se recauden oportuna y correctamente los ingresos municipales.
- Presentar oportunamente al congreso local las cuentas y comprobantes de recaudación y gastos de los fondos públicos.
- Expedir licencias, permisos y autorizaciones propias de su competencia.
- Celebrar convenios con las dependencias federales, estatales y con otros ayuntamientos para la realización de obras o la prestación de servicios públicos.
- Aprobar los planes y programas de desarrollo urbano municipal.
- Fomentar las actividades productivas, educativas, sanitarias, culturales y deportivas.
- Los servicios públicos de la ciudad tales como: recolección de basura, limpieza y mantenimiento de áreas de recreación pública (canchas deportivas, parques y jardines), instalación y mantenimiento del alumbrado en calles y avenidas.

En el área de servicios públicos se encuentra el departamento de alumbrado público, el cual es el responsable del mantenimiento y buen funcionamiento de la iluminación de las diversas calles y avenidas de la ciudad.

Por lo general el alumbrado público en las ciudades es un servicio municipal, el cual se encarga de su instalación y mantenimiento. Este tipo de alumbrado en la actualidad resulta ser un servicio vital dentro del desarrollo de las actividades nocturnas en las ciudades.

Sin este tipo de servicio muchas de las actividades que realizamos en la noche serían muy difíciles e imposibles de hacer. Gracias a ellos es posible proporcionarnos la visibilidad necesaria y adecuada para transitar y gozar de actividades de manera normal.

Es por eso que cuando este servicio empieza a falla, la ciudadanía presenta quejas al departamento de alumbrado público del Municipio de Ciudad Madero.

## **1.2 Declaración del Problema**

Las luminarias que están instaladas en el Municipio ya cuentan con muchos años de servicio y las reparaciones que se les hacen ya no son suficientes, haciendo que la ciudadanía manifieste su inconformidad.

El Municipio de Ciudad Madero no cuenta con un estudio que demuestre la eficiencia y el ahorro de energía al implementar nuevas tecnologías de iluminación en el alumbrado público y que esto sirva de base para tomar la decisión de invertir en ellas.

### **1.3 Objetivo General**

Realizar un estudio costo-beneficio que demuestre las ventajas de utilizar tecnología LED en el alumbrado público.

### **1.4 Objetivo específico**

- Identificar el número de luminarias que están instaladas en el Municipio de Ciudad Madero mediante el censo de alumbrado público.
- Hacer una selección de las luminarias que requieren ser reemplazadas.
- Determinar el consumo de la energía eléctrica en watts con las luminarias seleccionadas actuales.
- Determinar el consumo de la energía eléctrica en watts con tecnología LED.
- Determinar el costo de mantenimiento de las luminarias en uso y las de tecnología LED.
- Realizar un análisis de costo beneficio para estipular el monto total de la adquisición de las luminarias junto con los accesorios necesarios para su instalación.

### **1.5 Importancia del Trabajo de Investigación**

El alumbrado público tiene el objetivo de brindar la visibilidad apropiada para el buen desarrollo de actividades vehiculares y peatonales en las vías públicas, así como de generar seguridad por la noche.

Los espacios públicos bien iluminados no sólo facilitan el libre tránsito, sino que hacen el trayecto más ameno y seguro. Los vehículos sufren menos daños al poder evitar las imperfecciones del camino, al mismo tiempo que se evita que ocurran accidentes y reduce las posibilidades de ser víctimas de la delincuencia, la importancia del alumbrado en la vía pública no sólo está destinada para tránsito de medios de transporte, sino para seguridad de los transeúntes. La iluminación en las calles funciona como medio de seguridad para evitar grafitis, asaltos frente a la fachada y robos al domicilio, dando por hecho que los delincuentes prefieren las zonas con menos iluminación para evitar ser reconocidos y/o vistos.

Otro de los aspectos importantes es la reducción costos, ya que al implementar tecnología LED se busca la reducción tanto en el pago mensual por el consumo de energía eléctrica como la disminución en el mantenimiento, ya que con la reducción del mantenimiento se puede aplicar el recurso de mano de obra o económico para realizar otros proyectos que beneficien a la ciudadanía.

### **1.6 Limitaciones del Trabajo**

- Los recursos para realizar la investigación son a cargo del investigador.
- Límite de tiempo para realizar la investigación.

### **1.7 Delimitaciones de la Investigación**

- El estudio sólo se va a realizar en el Municipio de Ciudad Madero.
- El estudio será realizado en la administración 2013-2016.

## **CAPITULO II**

### **EL MARCO TEÓRICO**

## 2.1 El Marco Terminológico

A continuación se muestran los principales conceptos relacionados con el proyecto para una mejor comprensión del tema a tratar.

*Costos:* “Los recursos sacrificados o perdidos para alcanzar un objetivo específico” (Horngren & Foster, 1991).

*Toma de decisiones:* “Toda decisión es un dictamen, una elección entre varias alternativas” (Madrigal, 2009).

*Administración:* “Lograr que se hagan las cosas mediante otras personas” (Terry & Franklin, 1986).

*Municipio:* Derivado del latín municipium singular; y este de munus, que significa cargo y oficio, también función u obligación de hacer algo; y de capio, capere, que significa decir, tomar, adoptar.

*El Ayuntamiento:* “Es el organismo de representación popular encargado del gobierno y la administración del municipio. El ayuntamiento se elige por votación directa, en los términos establecidos en la ley orgánica y dura en su cargo tres años”. (Infante, 2005).

*Propuesta:* “Una propuesta es una oferta o invitación que alguien dirige a otro o a otros, persiguiendo algún fin; que puede ser concretar un negocio, una idea, una relación personal, un proyecto laboral o educacional”. (De Conceptos.com, 2017)

*Calidad:* la calidad es hacer que la gente haga mejor todas las cosas importantes que de cualquier forma tiene que hacer. La calidad es una entidad alcanzable medible y rentable que puede ser un catalizador muy importante que establece la diferencia entre el éxito y el fracaso. (Real Academia Española , 2014)

*Lámpara:* “Fuente luminosa artificial”.

Norma Oficial Mexicana (NOM-031-ENER-2012. Diario Oficial de la Federación, martes 6 de Noviembre 2012).

*Luminario con diodos emisor de luz (LED):* “Equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por uno o varios diodos emisores de luz (leds) y el cual incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar estos leds y lo necesario para conectarlos al circuito de utilización eléctrica” Norma Oficial Mexicana NOM-031-ENER-2012. Diario Oficial de la Federación, martes 6 de Noviembre 2012.

*Censo:* “Es una palabra de la lengua española que se refiere a la estadística o lista en que se encuentran las personas que se hallan dentro de una población, el censo es una herramienta estadística que sirve para conocer la realidad de una población y, en consecuencia, para planificar las estrategias para atenderla, si bien la noción de censo se refiere habitualmente a una población, también es posible elaborar sistemas de recuento relacionados con entidades, agrupaciones o colectivos”. (DefinicionMX,2017)

*Mantenimiento:* “Se denomina mantenimiento al procedimiento mediante el cual un determinado bien recibe tratamientos a efectos de que el paso del tiempo, el uso o el cambio de circunstancias exteriores no lo afecte. Existe gran multitud de campos en los que el término puede ser aplicado, ya sea tanto para bienes físicos como virtuales. Así, es posible referirse al mantenimiento de una casa, de una obra de arte, de un vehículo, de un programa o conjunto de programas, de un sistema, etc. El mantenimiento suele ser llevado a cabo por especialistas en la materia”. (Gómez de León, 1998)

*Vía pública:* “Es todo camino o vía, público o privado de uso público, abierto al tráfico en general que puede ser utilizado para marchar por él, observando siempre las normas establecidas en la Ley de Tráfico y Reglamento General de Circulación Es el sistema integrado por carreteras, caminos, calles, sendas, plazas, parques, etc., de dominio común y público, necesario para la circulación de peatones, conductores y vehículos”. (Arce Gómez, 2005)

*Eficiencia:* “Es la relación que existe entre los recursos empleados en un proyecto y los resultados obtenidos con el mismo. Hace referencia sobre todo a la obtención de un mismo objetivo con el empleo del menor número posible de recursos o cuando se alcanzan más metas con el mismo número de recursos o menos”.

(Economía simple , 2016)

*Farol:* “Es un objeto en forma de caja o cilindro con paredes de vidrio u otra materia traslúcida y con respiraderos, en cuyo interior se coloca una luz. A partir del siglo XX, el farol se convertiría en un instrumento de iluminación que utiliza una bombilla en su interior”. (Real Academia Española , 2014)

*Faroles chinos:* “Son estructuras de papel con varios pliegues que encierran una vela o una bombilla”.

(Real Academia Española , 2014)

*Servidor público:* “Es una persona que brinda un servicio de utilidad social. Esto quiere decir que aquello que realiza beneficia a otras personas y no genera ganancias privadas (más allá del salario que pueda percibir el sujeto por este trabajo)” (Real Academia Española , 2014).

## 2.2 El Marco Histórico

En la prehistoria el hombre descubrió el fuego y lo utilizó para obtener calor y cocer alimentos, y no tardó mucho en usarlo para la iluminación de sus cavernas mediante las llamas. La luz solar solo se aprovechaba durante el día.

De este modo la llama fue la primera forma de iluminación artificial utilizada por el hombre.

Posteriormente desde las primeras edades, el hombre utilizó numerosos tipos de combustible para producir luz artificial. Entre ellos los aceites, las grasas, la cera, la leña, el petróleo y el gas. Todos estos materiales contienen carbón y sus partículas candente o incandescente son las que producen la luz.

Las primeras fuentes de iluminación fueron las velas de parafina (1853). Las lámparas de gas (1779) y las lámparas de aceite en el año 600 y como eran sumamente reducidas los primeros términos empleados para medir la intensidad de iluminación, se escogieron de acuerdo a esas formas primitivas de proporcionar la luz artificial y así surgió el término “candela” o “bujía” en la cual el patrón efectivamente era una vela con una intensidad y tamaño determinado. Esa candela aplicada a un área de 1 m<sup>2</sup> a una distancia de 1 metro se denomina “lux”. (Westinghouse Electric Corp., 1976)

Cuando comenzó el alumbrado público en México, específicamente en La Ciudad de México, se carecía de alumbrado en sus calles durante la mayor parte del virreinato, solamente se encontraban iluminadas aquellas en donde los vecinos y los dueños de las casas de comercio colocaban hachones atizados con rajadas de madera de ocote. En las grandes celebraciones civiles, religiosas, en aniversarios conmemorativos de algún acontecimiento de la realeza española o para celebrar la llegada de un virrey, se iluminaba la Plaza Mayor con antorchas de cera de China, de Castilla o de Campeche, con faroles de papel o de vidrio en ventanas y barandales.

Asimismo se colocaban barriles con chapopote o con rajas de ocote en las bocacalles y en los balcones del palacio virreinal y en las cornisas de la Catedral y edificios públicos.

Dado que la inseguridad era terrible, las autoridades instauraron el toque de queda el 21 de julio de 1585. Con esto intentaban reducir la ola de violencia y asaltos en las calles. La queda se anunciaba con toques de campana de la Catedral hechos de manera ininterrumpida desde las 9 hasta las 10 de la noche, después de esta hora las rondas de alguaciles quitarían las armas a aquellos que anduviesen con ellas sin portar luz.

Con fecha 23 de septiembre de 1762 se previno que en cada balcón y puerta se colocaran faroles de vidrio, con luz hasta las once de la noche, exceptuando a quienes no tuvieran recursos suficientes, lo cual originó que solo ciertas zonas de algunas calles estuvieran iluminadas, con lo que continuaba la oscuridad en la mayor parte de la ciudad.

El 7 de abril de 1790 fue aprobado un reglamento el cual estableció que el alumbrado público queda a cargo del Ayuntamiento. En éste se estipulaba la organización que mantendría encendidas 1079 lámparas de aceite.

A finales de 1849 se instalaron 450 lámparas de trementina, que remplazaron a algunas de aceite, mismas que se destinaron a calles menos céntricas. Éste fue el primer cambio en el sistema de alumbrado y con él principió la desaparición de los faroles de aceite que se mandaron a instalar.

Para 1852 existían en el centro de la ciudad 750 aparatos de líquido de trementina que llamaron gas líquido, y otros mil de aceite en los suburbios. La colocación de los faroles a prudentes distancias, en pies de gallo de fierro, fijos en las paredes de los edificios y alternados, producían, a pesar de sus débiles destellos, un hermoso efecto de perspectiva, a causa de la rectitud y grande extensión de las calles, alumbrado al cual prestaban ayuda con sus reflejos, hasta ciertas horas de la noche, algunos quinqués pertenecientes a boticas, pulperías, estanquillos, tendejones y otros establecimientos comerciales.

Las primeras lámparas de gas hidrógeno (con luz más brillante), se encendieron en septiembre de 1869. Estas lámparas emitían flamas a las que se les dieron curiosos nombres como "picos" y "alas de murciélago", por las figuras que producían al estar encendidas.

Para finales de 1872, el Presidente de la República, don Sebastián Lerdo de Tejada, inauguró la iluminación de la Alameda con 200 lámparas de gas hidrógeno.

El 13 de febrero de 1898 los señores Siemens & Halske comenzaron a prestar el servicio de alumbrado eléctrico; ellos sustituyeron a la Compañía de gas y luz eléctrica que hasta entonces había funcionado en la prestación de este servicio.

Cuando comenzó el alumbrado público en Ciudad Madero, Tamaulipas, sólo se contaba con 1 cuadrilla de trabajadores, la cual utilizaba escaleras y cuerdas para poder realizar los trabajos de reparación.

Las primeras avenidas que contaron con iluminación fueron:

- Av. Primero de Mayo.
- Av. Álvaro Obregón actualmente se denomina Av. Francisco I. Madero, que conecta al Municipio de Tampico, la Refinería y la playa de Miramar.
- Calle Baja California, que se conectaba con la Av. 1 de Mayo, el rastro de Cd. Madero y la Refinería.

El encendido y apagado de los circuitos de iluminación se tenía que realizar manualmente ya que no se contaba con tecnología la cual realiza este trabajo automáticamente, una persona se encargaba de por las noches ir a encender las luminarias y por la mañana apagarlas.

Los primeros modelos de luminarias que se utilizaron fueron: luminaria tipo OV de 400 watts de Vapor de mercurio, luminaria suburbana con foco de filamento de 125 watts y luminaria de tubos de 75 watts. (Madero, 2016)

### **2.3 El Marco Organizacional**

En este marco, se presenta una explicación acerca de la estructura organizacional del Ayuntamiento de Ciudad Madero donde se centra la presente investigación.

La presidencia del Municipio de Ciudad Madero se encuentra ubicada en Avenida Francisco I. Madero entre Avenida Francisco Sarabia y calle Emilio Carranza, en la zona centro.

Su misión es “Ser un gobierno que se distinga por su alta competitividad, sustentabilidad y políticas públicas innovadoras que brinde a la comunidad Maderense una administración de calidad, honesta, conjunta y eficiente, promotora de la participación y compromiso de la ciudadanía y sus sectores productivos bajo un esquema de planeación estratégica y desarrollo regional sustentable con visión a largo plazo que genere bienes y servicios en un marco de orden, seguridad y calidad de vida, para dar acceso a convivencia en armonía y de bienestar social”.

Su visión es “Consolidar un desarrollo municipal sustentable, de calidad y competente, con una administración clara y moderna para la dotación de servicios de calidad, con la inclusión de todas las opiniones, fortaleciendo a Ciudad Madero como líder en el desarrollo regional, respetuoso del medio ambiente y garante de más y mejores oportunidades para todos mediante un gobierno con alta participación ciudadana que incida en el orgullo de ser Maderense y Tamaulipeco”.

A continuación se muestra una parte de la estructura del organigrama del Ayuntamiento de Ciudad Madero, a la cual pertenece el departamento de alumbrado publico, mostrando las dependencias y entidades por unidad administrativa y servicios que presentan.

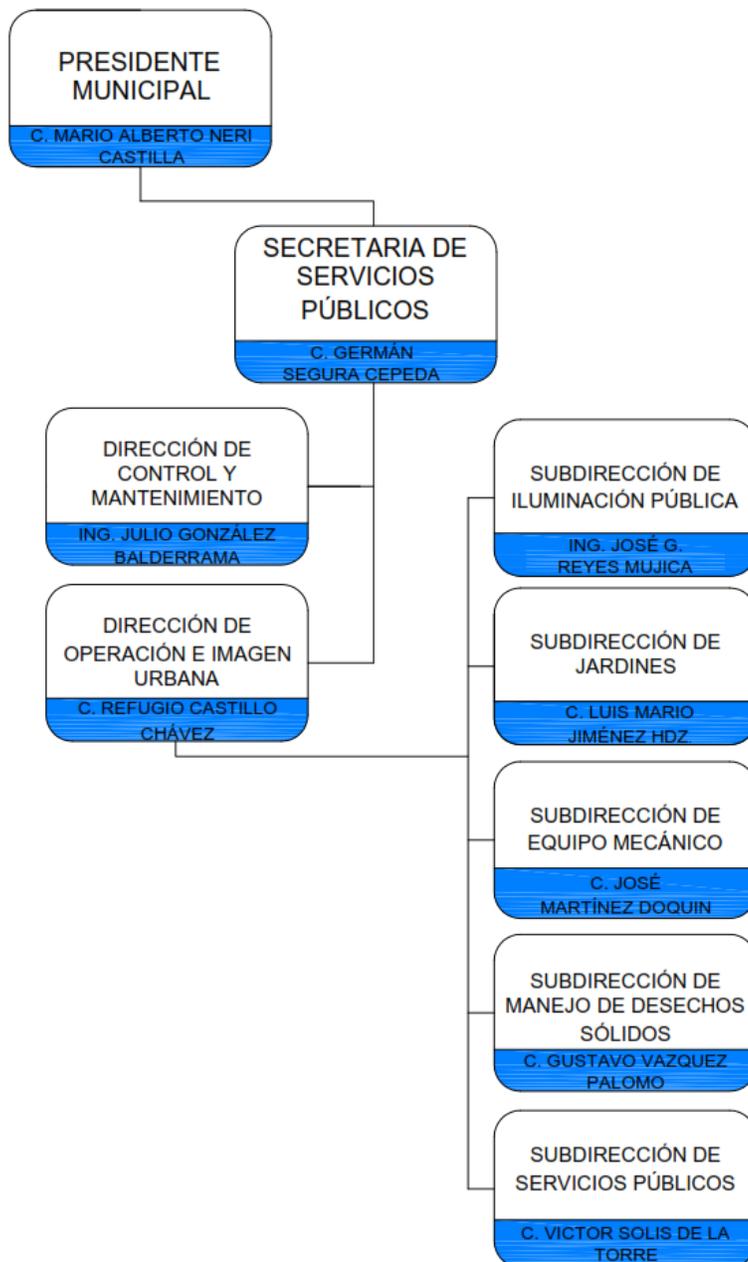


Imagen 2.1 Gobierno Municipal de Ciudad Madero, 2013

## **2.4 El Marco Jurídico**

El marco jurídico es un conjunto de disposiciones, leyes, reglamentos y acuerdos a los que debe apegarse una dependencia o entidad en el ejercicio de las funciones que tienen encomendadas.

Dentro de este marco, se enlistan las normas y leyes aplicables en un Municipio y a los Servidores públicos.

### **Ley del trabajo de los servidores públicos del estado de Tamaulipas**

#### **Título primero**

#### **Capítulo único disposiciones generales**

ARTICULO 1º.- La presente ley rige las relaciones de trabajo entre el Gobierno del Estado de Tamaulipas y sus trabajadores, excluyéndose aquellos que por su sistema de trabajo se rijan por sus propias disposiciones legales.

ARTICULO 2º.- Se entiende por trabajador a toda persona física que preste sus servicios de manera permanente o transitoria, material o intelectual o de ambos géneros, en virtud del nombramiento que le fuere expedido o contrato celebrado, bajo la dependencia técnica o administrativa del Gobierno del Estado de Tamaulipas.

ARTICULO 3º.- Desde el momento en que al trabajador se le otorgue el nombramiento o contrato respectivo, se entiende por establecida la relación jurídica por la presente ley.

ARTÍCULO 4º.- Los trabajadores del Gobierno del Estado que se rigen por la presente ley, se dividen de la manera siguiente: I.- Base sindical; II.- Confianza; III.- Extraordinario; y IV.- Supernumerario. En el caso de los trabajadores de confianza a que se refiere la fracción II, se identifican como sigue:

**A).- EN EL PODER EJECUTIVO:**

a).- Los titulares de las dependencias que establezca la Ley Orgánica de la - Administración Pública del Estado y los titulares de los Organismos representantes del Gobierno del Estado; b).- En los tribunales administrativos: El Presidente, Secretarios Generales, los - Auxiliares y Secretarios de Acuerdos;

c).- Los Oficiales del Registro Civil; -

d).- Los Defensores públicos; - (Última reforma POE 150 del 16-Dic-2010)

e).- Los Agentes del Ministerio Público, los peritos y sus auxiliares; - (Última reforma POE 150 del 16-Dic-2010)

f).- Los titulares de los Organismos Descentralizados y lo que así determine el Decreto - de su creación; y

g).- Los demás que desempeñen función de: -

1.- DIRECCION.- Como consecuencia del ejercicio de sus atribuciones legales que de manera permanente le confieran la representatividad de la dependencia, e implican poder de decisión en el ejercicio del mando a nivel de Subsecretarios, Directores Generales, Directores de Área, Adjuntos, Subdirectores o Jefes y Subjefes de Departamento y Asesores;

2.- INSPECCION, VIGILANCIA Y FISCALIZACION EXCLUSIVAMENTE A NIVEL DE JEFATURAS Y SUBJEFATURAS.- Cuando estén considerados en el presupuesto de la dependencia o entidad de que se trate, así como el personal técnico que en forma exclusiva y permanente este desempeñando tales funciones ocupando puestos que a la fecha son de confianza;

3.- MANEJO DE FONDOS O VALORES.- Cuando se implique la facultad legal de disponer de estos, determinando sus aplicaciones o destino;

4.- AUDITORIA A NIVEL DE AUDITORES.- Así como el personal técnico que en forma exclusiva y permanente desempeñe tales funciones siempre que presupuestalmente dependan de las áreas de contraloría o auditoría;

- 5.- CONTROL DIRECTO DE ADQUISICIONES.- Cuando tengan la representación de la dependencia o entidad de que se trata, con facultades para tomar decisiones sobre las adquisiciones y compras, así como el personal encargado de apoyar con elementos técnicos estas decisiones;
- 6.- EN ALMACENES E INVENTARIOS.- El responsable de autorizar el ingreso de bienes o valores y su destino o la baja o alta en inventario;
- 7.- INVESTIGACION CIENTIFICA.- Siempre que implique facultad para determinar el sentido y la forma de la investigación;
- 8.- LOS SECRETARIOS PARTICULARES Y AYUDANTES DE LAS DEPENDENCIAS Y DIRECTORES GENERALES.- Así como el personal adscrito presupuestalmente a aquellos servidores cuyos nombramientos o ejercicio requiera la aprobación expresa del Gobernador del Estado
- 9.- EN LAS INSTITUCIONES POLICIALES Y DE PROCURACION DE JUSTICIA.- Que se integran por la Policía Ministerial, Policía Rural, Seguridad Integral, Policía Estatal Preventiva, Policía Especial y el personal que labora en los Centros de Ejecución de Sanciones, ya sea para adultos, o para adolescentes, que se rigen por sus propias disposiciones reglamentarias, incluido el personal administrativo.

**Exposición de motivos del código de ética de los servidores públicos de la administración Municipal de Ciudad Madero Tamaulipas.**

Con la finalidad de responder a los requerimientos de una sociedad cada vez más exigente y participativa y beneficiar el desarrollo de la vocación de servicio dentro de la instancia pública, se deben establecer disposiciones que regulen y orienten la conducta de sus autoridades, surgiendo la necesidad de contar con normas y lineamientos mediante los cuales se establezcan limitaciones a la conducta de todos los individuos que integran la administración pública.

II. De conformidad con lo establecido en el artículo 115 fracción II de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en relación con los artículos **130, 131 y 134** fracción I de la Constitución política del Estado de Tamaulipas, entre las atribuciones del R. Ayuntamiento se encuentran la de aprobar, de acuerdo a las leyes que en materia Municipal expida la legislatura, los bandos policía y gobierno, reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observación general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la administración pública municipal, regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia; así como formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;

III. El R. Ayuntamiento de Ciudad Madero, Tamaulipas, elaboro el plan Municipal de desarrollo 2013-2016 donde se establece la adopción de valores morales éticos dentro del servicio público, y que dentro de las atribuciones del Presidente Municipal establecidas en el artículo 55 del código Municipal para el Estado de Tamaulipas en la fracción XV se establece la de “Vigilar el cumplimiento del plan de desarrollo Municipal y los programas que se deriven”.

IV. El artículo 47 de la Ley de Responsabilidades de los Servidores Públicos del Estado de Tamaulipas señala que, incurren en responsabilidad administrativa los servidores públicos que no cumplan una o más de las obligaciones que con ese carácter tienen, motivando la instrucción del procedimiento administrativo ante los órganos disciplinarios y la aplicación de sanciones que en esta Ley se establecen; además previene a los servidores públicos para salvaguardar la legalidad, honradez, lealtad, imparcialidad y eficiencia que han de observarse en el servicio público, independientemente de las obligaciones específicas que correspondan a su empleo, cargo o comisión, tendrán además la de observar buena conducta en su empleo, cargo o comisión, tratando con respeto, diligencia, imparcialidad y rectitud a las personas con las que tenga relación con motivo de aquéllos; tratar debidamente y con decencia a sus subalternos; respetar a sus superiores;

abstenerse, durante el ejercicio de sus funciones de solicitar, aceptar o recibir, por sí o por interpósita persona, dinero y bienes; y desempeñar su empleo, cargo o comisión sin obtener o pretender beneficios adicionales a las contraprestaciones que el Estado le otorga, entre otras.

V. El proceso de valoración del ser humano incluye una compleja serie de condiciones intelectuales y efectivas que suponen: la toma de decisiones, la estimación y la actuación. Las personas valoran al preferir, al estimar, al elegir unas cosas en lugar de otras, al formular metas y propósitos personales. Las valoraciones se expresan mediante creencias, intereses, sentimientos, convicciones, actitudes, juicio de valor y acciones. Desde el punto de vista ético, la importancia del proceso de valoración deriva de su fuerza orientadora en aras de una moral autónoma del ser humano.

VI. El objetivo general del presente documento, es proveer una guía de valores éticos que la ciudadanía puede esperar ver realizadas o ejercidas en las actividades de los servidores públicos; enfocadas en apoyo a la solución de temas actuales como derechos humanos, corrupción medio ambiente, seguridad, quejas ciudadanas, etc., además de proveer una defensa contra las malas actuaciones de autoridad.

VII. La finalidad del código de ética, es dar a todos los servidores públicos del ayuntamiento, los criterios básicos para normar su comportamiento y desempeño laboral, implementando acciones de responsabilidad social y mejorar su credibilidad, generando una nueva imagen, una forma de actuar profesional.

VIII. Los servidores públicos están regidos por leyes y ordenamientos cuya observación y cumplimientos es una necesidad para que tengan un funcionamiento óptimo. El código de ética representa un compromiso con los acontecimientos diarios, en el mundo actual.

IX. Las disposiciones de este código de ética, constituye un catálogo de principios éticos que orientan el comportamiento y la conducta de todos los servidores públicos en las actividades que desempeñan durante la jornada laboral.

X. Que en apego a lo dispuesto en los artículos 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 130, 131 y 134 fracción I de la Constitución Política del Estado de Tamaulipas así como el, 53, 55 fracción I y XV del código Municipal para el Estado de Tamaulipas y de las Estrategias del Plan Municipal de Desarrollo 2013-2016, se emite el siguiente código de ética que tiene por objeto desarrollar las bases para la organización y el buen funcionamiento de las dependencias Municipales.

Inicialmente para fortalecer la identidad institucional en los servidores públicos de la Administración Municipal acorde a las indicaciones de nuestro presidente Municipal el C. Esdras Romero Vega, se diseñó e implemento un planeador mensual de valores para sensibilizar y concientizar a la comunidad Municipal, así para enfocar el esfuerzo del servicio al ciudadano y dar cabal cumplimiento a nuestra filosofía institucional, de PRIMERO TU, PRIMERO MADERO.

### **Código de conducta de los servidores públicos del R. Ayuntamiento de Ciudad Madero Tamaulipas**

“Que es prioridad del Gobierno Municipal transparentar la actuación de los servidores públicos, con la finalidad de demostrar que con el compromiso de todos - gobierno y sociedad-, es posible frenar el impacto negativo del fenómeno de la corrupción que genera prácticas nocivas en el quehacer público.

Que en la prestación de servicio se proporcione certidumbre y calidez a la ciudadanía y se establezca un canal de comunicación inmediato entre el servidor público y el ciudadano, lo que favorece un cambio de actitud, privilegiando los principios de legalidad, honradez, lealtad, vocación de servicio e imparcialidad.

Que la responsabilidad de gobernar es un fenómeno incluyente que distingue al servidor público, por lo que la vocación de servicio es el factor predominante para que la ciudadanía demande la correcta, transparente y eficaz administración de los recursos para beneficiar y cubrir las expectativas de la población.

Que el camino más directo a la pulcritud y la eficacia en el servicio público, es adoptar una cultura de prevención, instituyéndola como una conducta inherente a cada servidor.

Que la instauración del Código de Conducta exalta los valores del servidor público, lo que incide en una administración pública con una imagen renovada, cálida, privilegiando la honradez, eficiencia, responsabilidad, solidaridad, inclusión, respeto institucional y de los derechos humanos, sin distinción alguna. Que la emisión de este Código de Conducta fortalece la identidad del servidor público, generando sentido de pertenencia y orgullo de ser factor esencial de una organización gubernamental municipal, cuyo objetivo primordial es el Código de Conducta 3 bien común, sin perder de vista que la administración municipal la conforman hombres y mujeres valiosos y comprometidos con el servicio hacia la ciudadanía”.

Que el presente Código de Conducta, representa el conjunto de valores, principios, reglas generales del ejercicio gubernamental, haciendo posible una transformación para lograr un cambio en la actitud del servidor público, y que ésta se traduzca en una mayor disposición y vocación de servicio, exhortándolo a respetar las normas legales éticas y para conducir su actuación mediante un sentido recto, reconociendo como primera obligación, el realizar su trabajo con amabilidad, sentido de justicia, equidad y transparencia, procurando siempre enaltecer y honrar con todos sus actos y en todo momento a la Administración Pública Municipal en la que presta sus servicios, mostrando una actitud profesional con gratitud, probidad, responsabilidad y eficiencia, consciente de que en su desempeño dispone de los recursos, instrumentos y la información institucional para servir a la sociedad.

Por lo antes señalado y con fundamento en el acuerdo de Sesión de Cabildo del día veintiuno de Noviembre del año dos mil catorce, Acta Núm. 591 Sesión Extraordinaria Núm. 272, mediante el cual se aprobó el Código de Ética de los Servidores Públicos del Municipio de Ciudad Madero, Tamaulipas, se expresa, “Con la finalidad de sobre guardar el cumplimiento del vigente Código de Ética, se presenta el Código de Conducta, que contiene reglas claras que orientan el desempeño del Servidor Público en situaciones específicas, siendo complementario al Código de Ética”.

(Gobierno Municipal de Ciudad Madero , 2013)

**LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA****CAPITULO I****Disposiciones Generales**

**ARTICULO 1o.-** Corresponde exclusivamente a la Nación, generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público, en los términos del Artículo 27 Constitucional. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará, a través de la Comisión Federal de Electricidad, los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.

**ARTICULO 2o.-** Todos los actos relacionados con el servicio público de energía eléctrica son de orden público:

**ARTICULO 3o.-** No se considera servicio público:

- I.- La generación de energía eléctrica para autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción;
- II.- La generación de energía eléctrica que realicen los productores independientes para su venta a la Comisión Federal de Electricidad;
- III.- La generación de energía eléctrica para su exportación, derivada de cogeneración, producción independiente y pequeña producción;
- IV.- La importación de energía eléctrica por parte de personas físicas o morales, destinada exclusivamente al abastecimiento para usos propios; y
- V.- La generación de energía eléctrica destinada a uso en emergencias derivadas de interrupciones en el servicio público de energía eléctrica. Artículo reformado DOF 23-12-1992

## CAPITULO II

Del organismo encargado de la prestación del servicio público de energía eléctrica.

**ARTICULO 7o.-** La prestación del servicio público de energía eléctrica que corresponde a la Nación, estará a cargo de la **Comisión Federal de Electricidad**, la cual asumirá la responsabilidad de realizar todas las actividades a que se refiere el artículo 4o.

**ARTICULO 8o.-** La Comisión Federal de Electricidad es un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio.

**ARTICULO 9o.-** La Comisión Federal de Electricidad tiene por objeto:

**I.-** Prestar el servicio público de energía eléctrica en los términos del artículo 4o. y conforme a lo dispuesto en el artículo 5o.;

**II.-** Proponer a la Secretaría de Energía los programas a que se refiere el artículo 6o.; Fracción reformada DOF 27-12-1983, 09-04-2012

**III.-** Exportar energía eléctrica y, en forma exclusiva, importarla para la prestación del servicio público. Fracción reformada DOF 23-12-1992

**IV.-** Formular y proponer al Ejecutivo Federal los programas de operación, inversión y financiamiento que a corto, mediano o largo plazo, requiera la prestación del servicio público de energía eléctrica;

**V.-** Promover la investigación científica y tecnológica nacional en materia de electricidad;

**VI.-** Promover el desarrollo y la fabricación nacional de equipos y materiales utilizables en el servicio público de energía eléctrica;

**VII.-** Celebrar convenios o contratos con los Gobiernos de las Entidades Federativas y de los Municipios o con entidades públicas y privadas o personas físicas, para la realización de actos relacionados con la prestación del servicio público de energía eléctrica;

**VIII.-** Efectuar las operaciones, realizar los actos y celebrar los contratos que sean necesarios para el cumplimiento de su objeto; y

**IX.-** Los demás que fijen esta ley y sus reglamentos.

**ARTÍCULO 10.-** La Comisión Federal de Electricidad estará regida por una Junta de Gobierno, integrada por los Secretarios de Hacienda y Crédito Público; de Desarrollo Social; de Economía; de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; y de Energía, quien la presidirá. También formarán parte de la Junta de Gobierno, el Director General de Petróleos Mexicanos y tres representantes del sindicato titular del contrato colectivo de trabajo que rija las relaciones laborales en la Comisión Federal de Electricidad.

(Ley del servicio público de energía eléctrica , 2014)

## 2.5 Fundamentos Teóricos

“Los fundamentos teóricos de una investigación o proyecto es una explicación basada en ideas que están relacionadas con un tema en particular. Es una revisión crítica de los elementos teóricos que sirven de marco de referencia en una investigación.

Esta revisión crítica permite determinar cuáles son las variables que se deben medir y cuál es la relación existente entre ellas, al mismo tiempo que se determina la respuesta a la interrogante de investigación”. (Magher, 2017)

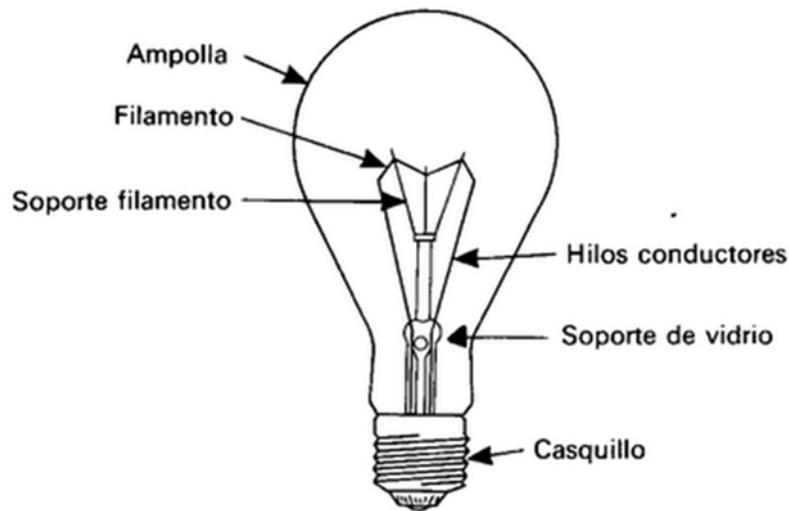
Las fuentes luminosas se pueden dividir en naturales y artificiales, estas últimas a su vez en varios grupos, siendo las que nos interesan realmente son las lámparas eléctricas que, por su naturaleza se agrupan así:

1. Lámparas de incandescencia
2. Lámparas de descarga

### 1.- Las lámparas incandescentes

Es un dispositivo para transformar la energía eléctrica en energía luminosa. Esto se logra calentando el filamento hasta la incandescencia, mediante el paso de una corriente eléctrica a través de él.

Esta bombilla cristalina, con casquillo roscado y estructura interior de finos alambres da luz con solo mover un interruptor. Los electrodos conducen la corriente desde la fuente a través del filamento y otra vez hacia afuera.



*Figura 2.2 Elementos que componen a un foco.*

### Tipos de lámpara incandescente

#### **a. Halógenas**

La alta temperatura del filamento de una lámpara incandescente normal hace que se evaporen de él, partículas de tungsteno, que se condensan en las paredes de la ampolla, ennegreciéndolas. En las lámparas de halógenos se agrega un halogenuro (iodo, bromo, flúor) al gas de relleno, estableciéndose un ciclo de regeneración que evita el ennegrecimiento de la ampolla. En este tipo de lámparas, la temperatura de la ampolleta es tan alta que impide la condensación en ellas por lo que el tungsteno evaporado se combina con el halógeno formando un compuesto químico tungsteno – halógeno, que es gaseoso.

Cuando este gas se aproxima al filamento se descompone debido a su alta temperatura, en tungsteno, que se deposita, nuevamente en el filamento, y en halógeno que vuelve a entrar en el ciclo regenerativo.

Para la fabricación de la ampolla exterior de este tipo de lámpara se utiliza un vidrio de cuarzo especial, que resiste las altas temperaturas necesarias para que se establezca el ciclo del halógeno. Las lámparas de halógeno son mucho menores que las incandescentes normales. Se utilizan ante todo para la iluminación por proyección, en proyectores de cine y faros de automóviles. En la actualidad todas las lámparas menores de 40 watts de capacidad suelen ser del tipo al vacío y las restantes son rellenas de gas.

#### **b. Reflectores**

Poseen un reflector incorporado por efecto de un acabado de espejo, aplicado a una parte de la superficie interior de la ampolla. Reflector que al ser interior, no sufre corrosión o ensuciamiento alguno, por consiguiente reduce gastos de mantenimiento luminoso. Existen dos grupos principales de lámparas reflectoras: las de vidrio prensado y las de vidrio soplado.

Las primeras en vidrio duro, resistente al calor, la parte frontal actúa como lente que, según su acabado, emite haces de luz de diferente abertura; estrecho (SPOT), ancho (FLOOD), y muy ancho (WIDE-FLOOD). Cuando estas lámparas se instalan a la intemperie, resisten choques térmicos y pueden de hecho usarse sin protección contra la intemperie.

La segunda con ampollas de vidrio soplado, se fabrican también con haces SPOT Y FLOOD. En este tipo la parte frontal es esmerilada y el ancho del haz depende de la posición del filamento dentro de la lámpara. Sin embargo, la intensidad luminosa es menor que las de vidrio prensado de la misma potencia. Por su tamaño, peso y potencia son ideales en aplicaciones interiores. Existe un tercer grupo de lámparas reflectoras, que se caracterizan por tener la capa reflectora interior en la parte frontal la ampolla, estas lámparas se usan con un reflector separado para obtener la distribución luminosa deseada.

## **2.- Las lámparas de descarga eléctrica**

La luz emitida por una lámpara de descarga en gas (o en arco), no se genera calentando un filamento, sino excitando un gas de vapor metálico o mezcla de diferentes gases o vapores, contenidos en un tubo de descarga. El tubo de descarga está situado en el interior de una ampolla tubular o elipsoidal.

Para que se produzca la descarga a través de un gas se necesita una cierta tensión mínima de encendido o de cebado. Después del encendido la corriente que circula por la lámpara crece rápidamente, debido a una avalancha de electrones que se liberan en el interior del tubo de descarga sin obstáculo alguno.

### **Tipos de lámparas de descarga**

#### **a. Lámparas de vapor de mercurio**

La iluminación mercurial ha tenido un crecimiento dramático desde que la primera lámpara práctica de vapor de mercurio fue inventada en 1901.

Grandes adelantos técnicos y nuevas aplicaciones han acelerado su uso en los últimos años. La lámpara de vapor de mercurio ofrece hasta más de tres veces más luz que las lámparas incandescentes de la misma capacidad en watts.

En la lámpara de vapor de mercurio la luz se produce por el paso de una corriente eléctrica a través de un vapor o un gas. La aplicación de un potencial eléctrico ioniza el gas y permite de esa forma que la corriente pase entre dos electrodos, colocados uno en cada extremo de la lámpara.

### **b. Lámparas de vapor de sodio de alta presión**

Ha revolucionado los sistemas clásicos de alumbrado público de los últimos años, ya que, la gran eficiencia luminosa (lúmenes/watt) ha alcanzado valores nunca antes imaginados. En las lámparas de vapor de sodio la luz se produce por el paso de la electricidad a través del vapor de sodio.

Esta lámpara se construye con dos envoltentes.

La envoltente interior es de alúmina policristalina la cual tiene la propiedad de ser resistente al ataque del sodio a altas temperaturas, así como un punto de fusión y buena transmisión de luz.

Como gas de arranque, el tubo de arco contiene xenón y una pequeña cantidad de amalgama mercurio-sodio, la cual es parcialmente pulverizada cuando la lámpara alcanza la temperatura de operación. El mercurio actúa como gas tope para elevar la presión y el voltaje de operación de la lámpara a un nivel práctico.

La envoltente exterior, de vidrio de borosilacato, se vacía para prevenir el ataque químico del tubo de arco, de partes metálicas, así como para mantener la temperatura del tubo de arco aislándolo de los efectos de la temperatura ambiente y de las corrientes de aire.

### **c. Las lámparas de aditivos metálicos**

Este tipo de lámparas tiene una construcción muy similar a la de la lámpara de vapor de mercurio. La principal diferencia consiste en que la lámpara de aditivos metálicos contiene, en el tubo de arco, varios haluros metálicos además del mercurio.

Cuando la lámpara está en operación estable, los haluros metálicos son parcialmente vaporizados.

Cuando el haluro se aproxima al centro de la descarga se disocia en el metal y en el halógeno, radiando el metal su espectro propio. Al acercarse a las partes frías del tubo, estos vuelven a combinarse y el ciclo empieza nuevamente.

#### **d. Las lámparas de luz mixta**

Las lámparas de descarga requieren de un elemento para regular la corriente de operación. Este dispositivo puede ser una resistencia, una inductancia o una capacitancia. Por lo tanto no existe ninguna imposibilidad para que este elemento sea una lámpara incandescente. Si el filamento incandescente se coloca en la misma envoltura exterior de una lámpara de vapor de mercurio, se tiene una lámpara de luz mixta, que tiene características especiales.

Una de las principales ventajas de estas lámparas es que se conectan a la línea directamente, por lo cual su costo de instalación es más bajo.

Por lo que respecta al color de la luz, se tienen mejores características que una lámpara de vapor de mercurio, ya que el filamento incandescente introduce colores amarillos, naranjas y rojos. Por lo tanto, se tiene una mejor identificación de colores. La eficiencia de este tipo de lámparas es menor que una lámpara de vapor de mercurio. Así, mismo, su vida está limitada por la vida del filamento incandescente que contiene.

#### **e. Las lámparas fluorescentes**

El éxito del alumbrado fluorescente ha sido espectacular casi desde su descubrimiento en 1938. Este nuevo tipo de alumbrado no produce luz desde un solo centro o núcleo luminoso, sino que la radia suavemente y difusamente por toda la extensión de sus tubos sin producir resplandores ni sombras acentuadas.

Esta luz más fresca y más eficiente reduce el esfuerzo visual y facilita el ver y trabajar más que cualquiera otra antes disponible.

La lámpara fluorescente es una fuente que produce luz por medio de una descarga eléctrica en una atmósfera de vapor de mercurio a baja presión la radiación de mercurio en estas condiciones no es visible, por lo que se utilizan polvos fluorescentes, los cuales tienen la propiedad de cambiar la longitud de onda ultravioleta del arco a longitudes de onda dentro del espectro visible (luz).

(Westinghouse Electric Corp., 1976)

### **¿Qué es la iluminación LED?**

Un LED (Lighting Emitting Diode) es un diodo semiconductor capaz de emitir luz. Desde hace muchos años se ha venido usando en diversos dispositivos, sobre todo en botones para indicar estados como por ejemplo en los botones de grabación de un DVD o para que el color indique si el aparato está encendido (verde) o apagado (rojo).

El primer LED se desarrolló en 1927 por Oleg Vladimírovich Lósev pero no fue hasta los sesenta cuando comenzó a usarse en la industria. Desde entonces los avances se han sucedido y desde los primeros LEDs que sólo se podían construir en color rojo, verde o amarillo y con una intensidad de luz baja hemos pasado a nuevos que pueden ofrecer una luz blanca y suficiente para iluminar una habitación.

### **Ventajas del LED**

- Eficiencia energética con un consumo de hasta un 85% menos de electricidad.
- Mayor vida útil pudiendo ofrecer unas 45.000 horas de uso.
- La luz más ecológica. No sólo por el ahorro energético sino por los componentes químicos que la forman. Nada de tungsteno o mercurio y resto de productos tóxicos.
- Baja emisión de calor y mínimo mantenimiento. La eficiencia energética provoca una mínima emisión de calor provocado por el desperdicio de energía para conseguir la potencia de luz deseada en las bombillas incandescentes. (Santamaria, 2012)

### **Análisis costo beneficio**

“Los proyectos son considerados como herramientas estratégicas para la toma de decisiones de organismos gubernamentales y sociales. Son la expresión técnica de soluciones a problemas de interés general y un medio para cambiar situaciones desventajosas o problemáticas hacia puntos convenientes en beneficio de la sociedad”. (Convergencia, 2016)

El diseño de este proyecto social es explorar las mejores opciones para llegar a los objetivos y metas que se desean alcanzar, planeando etapas y rutas tendientes a su logro. Se elabora una propuesta para satisfacer las necesidades de la ciudadanía y modificar las condiciones de vida de las personas, con el fin de mejorar la cotidianidad de la sociedad, tratando de beneficiar su calidad de vida, el trabajo y su entorno en general.

“Todo proyecto implica costos. Cuando los resultados y costos del proyecto pueden traducirse en unidades monetarias, su evaluación se puede realizar utilizando la técnica del análisis costo beneficio (A.C.B.)

El ACB se basa en un principio muy simple: compara los beneficios y costos de un proyecto particular y si los primeros exceden a los segundos entrega un elemento de juicio inicial que indica su aceptabilidad. Si, por el contrario, los costos superan a los beneficios, el proyecto debe ser en principio rechazado.

Dado que siempre existen alternativas para la inversión que se traducen en proyectos, en el ACB proporciona una guía para jerarquizarlos racionalmente al relacionar sus beneficios y sus costos. Si los proyectos se están ejecutando, permite determinar la medida en que están logrando sus fines, cuando estos pueden traducirse en unidad monetaria”.

(Cohen & Franco , 2006)

“El análisis costo – beneficio (ACB) es una de las herramientas teóricas desarrolladas por los economistas que más aplicaciones prácticas ha originado. El ACB se ha utilizado en la evaluación económica de inversiones públicas en el área de la educación, transporte o agricultura. En estos ámbitos se ha considerado razonable incorporar estas herramientas a la hora de toma de decisiones sobre asignación de recursos públicos.

La idea básica detrás del ACB es bastante simple. Toma decisiones de asignación de recursos públicos cuando estos son escasos requiere medir los costos y beneficios de las diversas alternativas posibles. Dichos costos y beneficios se miden en unidades monetarias (euros, dólares, etc.). Finalizando este proceso se establece una regla de decisiones que suelen ser la de priorizar aquellos proyectos donde la ratio beneficio – costo es la mayor posible, o aquellos en las que la diferencia beneficios – costos es también la mayor posible.”

(Pinto, Vázquez, Lózano, & Martínez, 2003)

## Conceptos de costo

“La palabra costo tiene dos acepciones básicas: puede significar la suma de esfuerzos y recursos que se han invertido para producir algo; así, por ejemplo se dice: “su examen le costó dos días de estudio”, lo cual significa que utilizo dos días para poder presentarlo.

La segunda acepción se refiere a lo que se sacrifica o se desplaza en lugar de la cosa elegida; en este caso, el costo de una cosa equivale a lo que se renuncia o sacrifica con el objetivo de obtenerla, por ejemplo: “su examen le costó no ir a la fiesta”; esto quiere expresar que el precio del examen fue no haberse divertido.

El primer concepto, aun cuando no se aplicó al aspecto fabril, expresa los factores técnicos e intelectuales de la producción o elaboración, y el segundo manifiesta las consecuencias obtenidas por la alternativa elegida.

El costo es el conjunto de los recursos sacrificados o perdidos para poder alcanzar un bien específico. También se considera como el valor monetario de los recursos que se entregan o prometen entregar a cambio de bienes o servicios que se adquieren” (López, 2017)

## Concepto de beneficios

“El concepto suele usarse para nombrar a la ganancia económica que se obtiene de una actividad comercial o de una inversión. El beneficio, por lo tanto, es la ganancia obtenida por un actor de un proceso económico y calculada como los ingresos totales menos los costes totales. Si una persona compra mercancías por 200 dólares y luego las revende por 500, obtiene un beneficio de 300.

Para calcular el beneficio, es importante tener en cuenta todos los factores que inciden en el proceso económico, incluyendo los gastos operativos, las cargas sociales, etc. Nunca hay que olvidar que los beneficios no están directamente relacionados con los ingresos: una empresa puede tener bajos ingresos y altos beneficios, o viceversa. Todo depende de cómo se gestionen los costos.

Se conoce como margen de beneficio a la diferencia entre el precio de venta de un producto y los costes de producción. El análisis de coste-beneficio, por su parte, es la evaluación que se realiza para conocer la rentabilidad de un negocio.

El beneficio por acción se calcula al dividir los beneficios de una empresa entre su número total de acciones. El resultado permite conocer el beneficio obtenido por cada accionista en un periodo determinado”.

## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Dentro de este capítulo se muestra la forma de obtención de los datos, así como el manejo que se hizo de ellos y el nacimiento de la idea. Se explica la forma en que se especificarán los resultados y las conclusiones finales.

### 3.1 Tipo de Estudio

El presente trabajo de investigación tiene las siguientes características:

El tipo de estudio que se consideró para la realización de la presente propuesta será exploratorio y descriptivo

“El estudio Exploratorio consiste en examinar un tema o problema de investigación que no ha sido abordado antes. Se emplea cuando la revisión de la literatura indica que no hay nada sobre el tema o que solo existen guías no investigadas o ideas vagamente abordadas.

Este tipo de estudio es muy flexible en su metodología y puede proporcionar información cualitativa o cuantitativa, pero se corre un alto riesgo de que una definición poco clara del (los) objetivo(s) conduzca a no encontrar nada relevante por la amplitud y diversidad de la información generada.

Los estudios exploratorios ayudan a:

- Aumentar el grado de familiaridad con fenómenos relativamente desconocidos.
- Identificar y clarificar conceptos y variables significativos.
- Proporcionar un censo de problemas existentes.
- Identificar la forma y el contexto en que ocurre un problema.
- Establecer las bases para estudios más completos.
- Probar en forma tentativa algún procedimiento o método”.

(Bazaldúa Zamarripa , Velázquez Aguirre, & Villaseñor Dávalos , 2017)

El estudio descriptivo consiste en busca encontrar información más específica acerca de personas, grupos, comunidades, fenómenos o problemas de interés; esta información puede referirse a una o más propiedades del objeto de estudio, midiendo cada una de éstas por separado con el fin de describir con mayor detalle dicho objeto.

Se elige un estudio descriptivo cuando en la literatura se encuentra algo de información que indica la importancia de ciertas propiedades con relación al objeto de estudio.

Los estudios descriptivos:

- Tienen estructurados los procedimientos de obtención de información
- Buscan principalmente información cualitativa y ocasionalmente cuantitativa (cuando se describen índices, incidencias, comparaciones, etc.)
- Solo hablan de los hechos, situaciones o fenómenos tal como se observaron. No buscan establecer relaciones entre variables.
- Pueden variar en el grado de profundidad. En ocasiones solo se describe una o pocas propiedades muy profundamente o se describen muchas propiedades en forma general. (Bazaldúa Zamattipa & Velázquez Aguirre, 2007)

### **3.2 Diseño de la Investigación**

“El diseño de investigación constituye el plan general del investigador para obtener respuestas a sus interrogantes o comprobar la hipótesis de investigación. El diseño de investigación desglosa las estrategias básicas que el investigador adopta para generar información exacta e interpretable. Los diseños son estrategias con las que intentamos obtener respuestas a preguntas como:

- Contar.
- Medir.
- Describir.

El diseño de investigación estipula la estructura fundamental y especifica la naturaleza global de la intervención.

El investigador cuando se plantea realizar un estudio suele tratar de desarrollar algún tipo de comparación. El diseño de investigación supone, así, especificar la naturaleza de las comparaciones que habrían de efectuarse, ésta pueden ser:

- Entre dos o más grupos.
- De un grupo en dos o más ocasiones.
- De un grupo en diferentes circunstancias.
- Con muestras de otros estudios.

El diseño también debe especificar los pasos que habrán de tomarse para controlar las variables extrañas y señala cuándo, en relación con otros acontecimientos, se van a recabar los datos y debe precisar el ambiente en que se realizará el estudio. Esto quiere decir que el investigador debe decir dónde habrán de llevarse a cabo las intervenciones y la recolección de datos, esta puede ser en un ambiente natural (como el hogar o el centro laboral de los sujetos) o en un ambiente de laboratorio (con todas las variables controladas).

Al diseñar el estudio el investigador debe decir qué información se dará a los sujetos, es recomendable revelar a los sujetos el propósito de la investigación y obtener su consentimiento". (Bazaldúa Zamarripa , Velázquez Aguirre, & Villaseñor Dávalos , 2017)

El diseño de esta investigación consiste en:

- Se mostrarán los resultados obtenidos en el Censo de alumbrado público del Municipio de Ciudad Madero realizado en el año 2014.
- En base al censo se seleccionarán las luminarias adecuadas para su remplazo.
- Se calculará el consumo de energía eléctrica en watts así como el gasto económico de las luminarias que actualmente están instaladas, seleccionadas del censo de alumbrado público.
- Se determinará el consumo de energía eléctrica en watts así como el gasto económico de las luminarias LED.
- Se estipulará el gasto de mantenimiento de las luminarias actualmente instaladas.
- Se analizarán los diversos proveedores de luminarias LED y sus precios.
- Se hará un análisis costo-beneficio para determinar cuánto es el ahorro por la implementación de tecnología LED y de cuanto es el gasto por la adquisición de todas las luminarias.
- Calcular en cuanto tiempo se recupera la inversión.

# **CAPITULO IV**

## **PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En este capítulo se presentará la información obtenida mediante la investigación y observaciones.

#### **4.1 Censo de alumbrado público**

En el Municipio de Ciudad Madero así como en otras ciudades de nuestro país, se cuenta con el servicio de alumbrado público, el cual sirve para la iluminación de sus avenidas, calles y espacios públicos, el consumo de energía eléctrica de estas luminarias se tiene que pagar al suministrador de energía eléctrica, el cual es La Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) y el pago lo realiza la administración en turno, pero para poder realizar este cobro se requiere conocer el número de luminarias que se encuentran instaladas en el Municipio, es por eso que con cada nueva administración se realiza el censo de alumbrado público.

Este censo se realiza en conjunto con el departamento de alumbrado público y la C.F.E.

Se hace un recorrido por todas las calles y espacios públicos de la ciudad y se va censando luminaria por luminaria en base a los siguientes criterios.

- La capacidad de la luminaria (watts).
- El tipo de tecnología de iluminación.
- Modelo de luminaria.

El último censo que se realizó fue en el año 2014, el cual está avalado por el Director del departamento de alumbrado público y el coordinador del proceso de comercialización zona Tampico de la C.F.E., y los resultados obtenidos se muestran en la siguiente imagen:

Tabla 4.1. Censo de Alumbrado Público 2014 del Municipio de Ciudad Madero, parte 1.

Tecnología	Potencia					
	15 W	20 W	23 W	25 W	35 W	40 W
Incandescente						
Fluorescente	20	1	268	1	2	2
Luz mixta						
Vapor de sodio alta presión						
Vapor de mercurio						
Aditivos metálicos						
Leds						2085

Tabla 4.2. Censo de Alumbrado Público 2014 del Municipio de Ciudad Madero, parte 2.

Tecnología	Potencia					
	42 W	45 W	50 W	60 W	65 W	70 W
Incandescente				1		
Fluorescente	24	2		3	16	2
Luz mixta						
Vapor de sodio alta presión						18
Vapor de mercurio						
Aditivos metálicos						
Leds		1	20			1398

Tabla 4.3. Censo de Alumbrado Público 2014 del Municipio de Ciudad Madero, parte 3.

Tecnología	Potencia				
	80W	85W	100W	130 W	150W
Incandescente					
Fluorescente	1	1	13		5
Luz mixta					
Vapor de sodio alta presión			5,221		364
Vapor de mercurio			1		6
Aditivos metálicos			693		13
Leds			1	225	302

Tabla 4.4. Censo de Alumbrado Público 2014 del Municipio de Ciudad Madero, parte 4

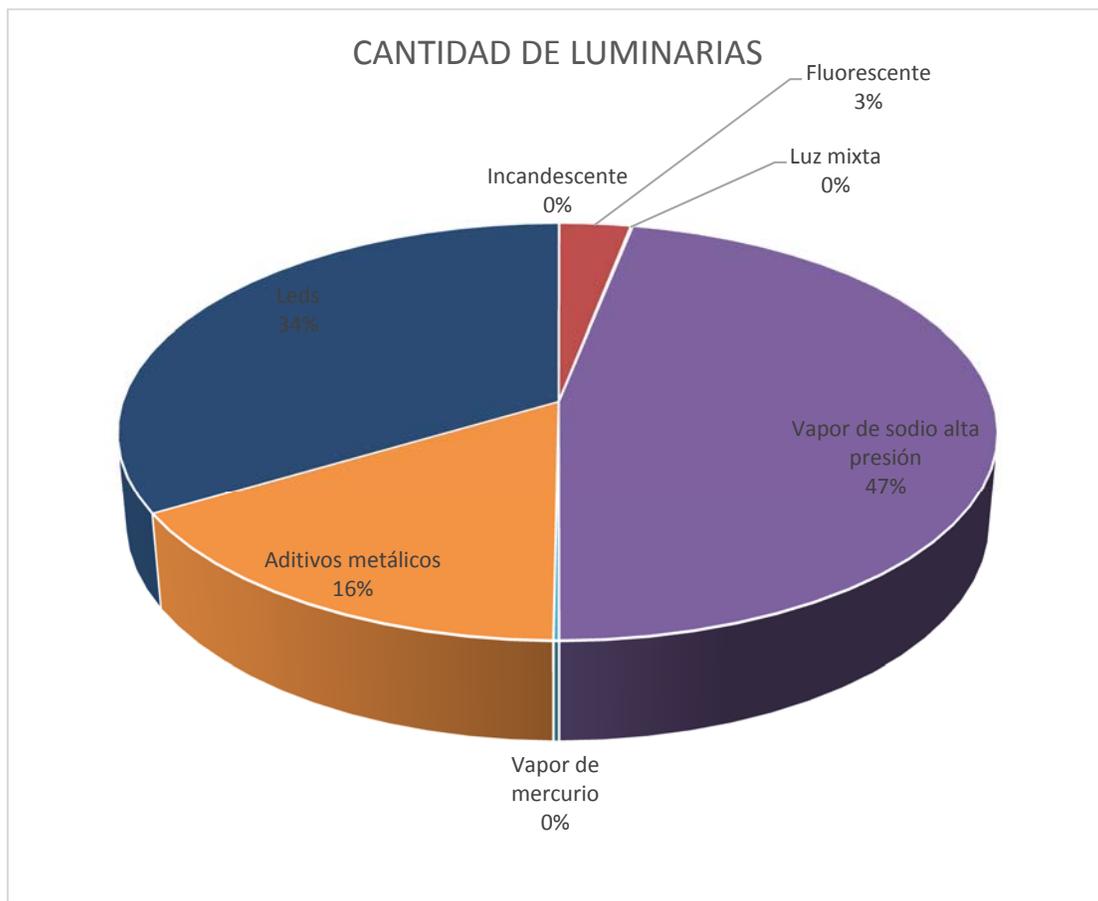
Tecnología	Potencia				Total
	175W	250W	400W	1000W	
Incandescente		2			3
Fluorescente					361
Luz mixta		11			11
Vapor de sodio alta presión		34			5,637
Vapor de mercurio	3	8	3		21
Aditivos metálicos	275	566	155	259	1,961
Leds					4,032
					<b>12,026</b>

*Tabla 4.5. Muestra en resumen la cantidad de luminarias por tipo de iluminación.*

<b>TIPO DE ILUMINACIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
Incandescente	3
Fluorescente	361
Luz mixta	11
Vapor de sodio alta presión	5,637
Vapor de mercurio	21
Aditivos metálicos	1,961
Leds	4,032
<b>Total</b>	<b>12,026</b>

Analizando la siguiente gráfica podemos observar que en su mayoría están instaladas en el municipio luminarias del tipo de vapor de sodio y aditivos metálicos, también se observa que ya hay instaladas luminarias LED y una pequeña cantidad de luminarias incandescentes, fluorescentes, luz mixta y vapor de mercurio.

Figura 4.1 Población de luminarias del Municipio de Ciudad Madero



## 4.2 Selección de luminarias para su remplazo

Una vez obtenidos los resultados del censo de alumbrado público, se conoce que hay instaladas en el Municipio de Ciudad Madero un total de 12,026 luminarias de diversas capacidad (watts), modelos y tipos de tecnología de iluminación.

Pero no todas son aptas para su remplazo, ya que sólo se quieren remplazar las luminarias instaladas en las colonias del Municipio, por lo cual se tiene que hacer una selección de las luminarias.

Los criterios que propone el departamento de alumbrado público para realizar esta selección son los siguientes:

- Las luminarias deben estar en un rango de capacidad de 60 a 250 watts.
- Deben de ser luminarias con tecnología de iluminación obsoleta.

De lo cual se obtuvo la siguiente tabla:

*Tabla 4.6. Desglose de luminarias por capacidad.*

tipo de tecnología de iluminación	Potencia de la luminaria									Total
	60W	65W	70W	80W	85W	100W	150W	175 W	250W	
Incandescente	1								2	3
Fluorescente	3	16	2	1	1	13	5			41
Luz mixta									11	11
Vapor de sodio de alta presión			18			5,221	364		34	5637
Vapor de mercurio						1	6	3	8	18
Aditivos metálicos						693	13	275	566	1547
									<b>Total</b>	<b>7,257</b>

### 4.3 Cálculo de la carga de las luminarias a sustituir

Ya que se conoce el número de lámparas a sustituir y sus capacidades, se procede a calcular la carga total en watts, algo que se debe de tomar en cuenta es que C.F.E. añade un cobro del 25% a las luminarias las cuales usen un balastro, esto debido a las pérdidas de energía eléctrica que este produce, es por eso que al cálculo de watts se le añadirá este porcentaje.

Tabla 4.7. Desglose de luminarias por capacidad agregando el 25% por pérdidas.

tipo de tecnología de iluminación	Potencia de la luminaria									Total
	60 W	65 W	70 W	80 W	85 W	100 W	150 W	175 W	250 W	
Incandescente	1								2	
Fluorescente	3	16	2	1	1	13	5			
Luz mixta									11	
Vapor de sodio de alta presión			18			5,221	364		34	
Vapor de mercurio						1	6	3	8	
Aditivos metálicos						693	13	275	566	
SUB-TOTAL	240 W	1,040 W	1,400 W	80 W	85 W	592,800 W	58,200 W	48,650 W	155,250 W	<b>857,745 W</b>
TOTAL CON EL 25% DE PERDIDAS	300 W	1,300 W	1,750 W	100 W	106 W	741,000 W	72,750 W	60,813 W	194,063 W	<b>1,072,181 W</b>

Comisión Federal de Electricidad realiza el cobro del consumo de energía eléctrica del alumbrado público mensualmente, en la página oficial de C.F.E. se encuentran los cobros de las diferentes tarifas de acuerdo al tipo de consumo, la tarifa que se utilizará ya que es un servicio de alumbrado público es la tarifa 5-A.

#### Tarifa 5-A (2015 - 2016)

##### Servicio para alumbrado público

- **Aplicación.**

Esta tarifa sólo se aplicará al suministro de energía eléctrica para el servicio a semáforos, alumbrado y alumbrado ornamental por temporadas, de calles, plazas, parques y jardines públicos en todo el país exceptuándose las circunscripciones para las cuales rige la tarifa 5.

- **Horario.**

Del anochecer al amanecer del día siguiente, excepto el servicio a semáforos; o el que se establezca en los convenios que en cada caso suscriban las partes contratantes.

- **Cuotas aplicables en el mes de Junio de 2016.**

- Cargo por la energía consumida en los servicios suministrados en baja tensión

\$ 3.003 por cada kilowatt-hora”.

(Tarifas CFE)

En base a los resultados obtenidos de la tabla 4.7, tenemos un total de 1, 072,181 watts, ya que el cobro que se realiza mensualmente se hace en Kilowatts hora (Kwh), debemos convertirlo a ese valor, por lo cual tenemos lo siguiente:

*Tabla 4.8: Consumo de energía de luminarias*

Consumo total de las luminarias en watts	1,072,181
Consumo total de las luminarias en Kilowatts	1,072.18

El consumo en Kilowatts-hora se determina en base a las horas que están en funcionamiento las luminarias durante la noche y esto a su vez se multiplica por los días del mes, el dato promedio que dura una luminaria encendida durante la noches es de 12 horas y en el caso de los meses existen algunos los cuales duran 30 o 31 días, en el caso del mes de febrero dura 28 días y si es año bisiesto dura 29 días, es por eso que se utilizará el dato promedio de 30.4 días.

Por lo cual tenemos lo siguiente formula:

$$\mathbf{Kwh = Kw * h * d}$$

Donde:

Kw = Kilowatts

h = hora

d = Día

Por lo cual tenemos:

$$\mathbf{Kwh = 1,072Kw * 12 * 30.4}$$

$$\mathbf{Kwh = 391,131.26 mensuales}$$

Una vez que se tiene el total de Kilowatts hora mensuales, se multiplica por el precio del Kwh de la tarifa 5A referente a equipos sin subestación eléctrica, el cual es de \$3.003 pesos.

Por lo cual tenemos que:

$$\mathbf{391,131.26Kw * \$3.003 = \$1,174,567.19}$$

Esa es la cantidad que se paga mensual por el consumo de energía eléctrica de las 7,257 luminarias.

#### 4.4 Cálculo de la carga de las luminarias LED

La propuesta que se presenta, es realizar la sustitución de estas 7,257 luminarias de diferente tecnología luminosa por lámparas de tecnología LED.

La capacidad de la luminaria LED que el departamento de alumbrado público solicita está en un rango de 50 a 60 watts, por lo cual se utilizara un valor intermedio de 55 watts para calcular el consumo en watts, kilowatts, Kilowatts-hora, y así poder estimar el pago de la energía eléctrica mensual de estas luminarias LED.

Se tiene un total de 7,257 luminarias, las cuales serán sustituidas por luminarias LED y se propone una capacidad de 55 watts, por lo cual tenemos lo siguiente:

$$7,257 \text{ luminarias} * 55\text{watts} = 399,135 \text{ watts}$$

Tenemos una capacidad total por las 7,257 luminarias de 399,135 watts, algo que se debe de tomar en cuenta es que C.F.E. a las luminarias LED no les cobra el 25% por perdidas, así que ese valor no se debe de considerar. El siguiente paso es convertir los watts a kilowatts por lo cual tenemos que:

$$399,135\text{watts}/1,000 = 399.135 \text{ Kw}$$

Ahora para convertir los kilowatts a kilowatts hora, se realiza siguiente operación:

$$Kwh = Kw * h * d$$

$$Kwh = 399.135Kw * 12 * 30.4$$

$$Kwh = 145,604.45 \text{ mensuales}$$

Los Kilowatts-hora mensuales de las luminarias LED son un total de 145,604.45 Kwh, si este valor se multiplica por el precio del Kwh que es de \$3.003 pesos, tenemos que:

$$145,604.45 \text{ Kwh} * \$3.003 = \$437,250.16$$

#### **4.5 Gasto de mantenimiento de las luminarias actualmente instaladas.**

Las luminarias que actualmente están instaladas en el Municipio de Ciudad Madero constantemente presentan fallas, esto debido a que su estructura (carcasa) ya presentan averías, por los muchos años que llevan en servicio, haciendo que por las inclemencias del clima se dañen sus componentes internos. Otro componente que también se va dañando con el paso del tiempo, es el “brazo” herraje que sostiene a la luminaria y el cual va sujetado al poste, este se va oxidando hasta llegar a un punto donde se rompe y la luminaria puede quedar colgando del poste o llegar a caerse, provocando así algún accidente a una persona.

Las constantes fallas en la iluminación generan molestias en la ciudadanía, ellos reportan las luminarias que se encuentran apagadas en su colonia, y el departamento de alumbrado público es el responsable de arreglar dichas luminarias. El reparar estas luminarias tiene un costo, el cual analizaremos a continuación.

Ciudad Madero cuenta con una diversidad de luminarias de distintas capacidades y tipos de iluminación, las cuales se encuentran instaladas en sus avenidas y calles, el tipo de iluminación y capacidad que más se presentó en el censo de alumbrado público fue la luminaria de vapor de sodio de 100 watts, es por eso que el análisis se aplicará a esta luminaria.

En la siguiente tabla se muestran los precios unitarios de los componentes que van presentando fallas y que son necesarios remplazar.

Los precios que a continuación se muestran se obtuvieron de 3 proveedores locales, los cuales son los siguientes:

- Electica García S.A de C.V.
- Distribuidora Tamex S.A. de C.V.
- Eléctrico S.A. de C.V.

*Tabla 4.9: Proveedores locales parte 1*

<b>Electica García S.A de C.V.</b>	
MATERIAL	PRECIO POR UNIDAD
Foco	\$430.00
Balastro	\$260.00
Fotocelda 220 v	\$48.00
Brazo	\$152.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$890.00</b>

*Tabla 4.10: Proveedores locales parte 2*

<b>Distribuidora Tamex S.A. de C.V.</b>	
MATERIAL	PRECIO POR UNIDAD
Foco	\$445.00
Balastro	\$255.00
Fotocelda 220 v	\$65.00
Brazo	\$130.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$895.00</b>

Tabla 4.11: Proveedores locales parte 3

<b>Eléctrico S.A. de C.V.</b>	
MATERIAL	PRECIO POR UNIDAD
Foco	\$445.00
Balastro	\$258.00
Fotocelda 220 v	\$70.00
Brazo	\$141.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$914.00</b>

Obteniendo el precio promedio total de las 3 tablas, tenemos que se gasta un total de \$900.00 pesos por luminaria para su mantenimiento, si esta cantidad la multiplicamos por las 7,257 luminarias que se proponen remplazar, tenemos lo siguiente:

$$\boxed{\$900} \quad \text{Por} \quad \boxed{7,257} \quad \text{Igual} \quad \boxed{\$6,531,300.00}$$

Se gasta un total de 6,531.300.00 pesos por el mantenimiento de las 7,257 luminarias, al implementar tecnología LED no se gastaría en mantenimiento ya que se contaría con 5 años de garantía y un promedio de vida de la lámpara de 10 años.

## 4.6 Análisis de los proveedores de luminarias LED y sus precios.

Para realizar la selección de la luminaria, el departamento de alumbrado público realizó un listado técnico de las características las cuales debe cumplir la luminaria.

- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM -013-ENER -2012 , EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA SISTEMAS DE ALUMBRADO EN VIALIDADES, DE ACUERDO AL INCISO 6, NUMERAL 6.1 DE LA TABLA No. 1
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-031-ENER-2012, EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LUMINARIOS CON DIODOS EMISORES DE LUZ (LEDS)
- RANGO DE OPERACIÓN 50-60 WATTS
- RANGO DE FRECUENCIA 50-60 HZ
- FACTOR DE POTENCIA MAYOR A 0.9
- PROTECCIÓN DE SOBRECARGA CONTRA VARIACIONES Y/O PICOS DE VOLTAJE
- FUENTE PROTEGIDA CONTRA VOLTAJE 10 KV/10KA
- LENTES DE ACRÍLICO RESISTENTE AL ALTO IMPACTO GRADO ÓPTICO CON 5 AÑOS DE GARANTÍA MINIMO
- EL EQUIPO DEBE TRABAJAR EN HUMEDAD RELATIVA DEL IP65 10-93% RH
- COLOR DE TEMPERATURA 4,000 K
- EL CUERPO DE LA LUMINARIA DEBERÁ SER FABRICADO EN ALUMINIO ANODIZADO
- LA GARANTÍA DE LAS LUMINARIAS DEBERÁ SER MÍNIMO DE 5 AÑOS
- DEBERÁ ESTAR LIBRE DE MERCURIO Y/O GENERAL RADIACIÓN UV
- EL AHORRO DE ENERGÍA DEBERÁ SER SUPERIOR AL 40 %
- PESO DE LA LUMINARIA MAX 5 KG
- CERTIFICACIÓN DE LABORATORIO ACREDITADO POR CFE

Existe una extensa variedad de marcas de luminarias LED en el mercado. A continuación se muestran algunas de las empresas con las marcas de luminarias que cumplen con los requisitos solicitados:

- La empresa **INTELLISWITCH S.A. de C.V.** propone la luminaria de la marca General Electric, con el modelo Evolve LED Roadway Lighting, en una capacidad de 51 watts



- La empresa **PRAHALIGHTING** propone la luminaria de la LÍNEA MERCURY I en una capacidad de 60 Watts.



- La empresa **DIAGNOSIS Y CONSULTORÍA ENERGÉTICA S.A. de C.V** propone la luminaria de la marca PHILIPS con el modelo MINIVIEWLED ROADWAY LUMINARE en una capacidad de 54 Watts.



En base a los resultados obtenidos del capítulo anterior se genera la siguiente tabla, en donde se muestra un comparativo tanto en consumo de watts, Kilowatts, kilowatts hora y el pago mensual, de la tecnología actual de iluminación instalada y la tecnología LED.

Tabla 4.12 Comparativo de iluminación actual contra iluminación LED

	Total de luminarias	Carga total en Watts	Carga total en Kw	Carga total en Kwh	Pago mensual
<b>Luminarias Actuales</b>	7,257	1,072,181	1,072.18	391,131.26	\$1,174,567.17
<b>Luminarias LED</b>	7,257	399,135	399.14	145,604.45	\$437,250.16

La siguiente tabla se muestra un comparativo de las tres principales marcas que cumplen con los requisitos solicitados y sus precios.

Tabla 4.13: Propuestas de luminarias LED

<b>CUADRO COMPARATIVO DE PRECIOS DE LUMINARIAS LED</b>						
PARTIDA	PROVEEDOR	LUMINARIA	MODELO	GARANTIA	CAPACIDAD	PRECIO POR UNIDAD
1	<b>INTELLISWITCH S.A. de C.V.</b> Zuazua No. 3740 Nte CP. 64500 Monterrey, Nuevo León, México.		<b>General Electric</b> Evolve LED Roadway Lighting	5 AÑOS	51 Watts	M.N. \$4,983.00
2	<b>PRAHALIGHTING</b> Av. Central, Manz. 30 Lote 11 Ind. Alce Blanco, Naucalpan Edo. Mex. CP. 53370		LÍNEA MERCURY I	10 AÑOS	60 watts	M.N. \$5,772.00
3	<b>DIAGNOSIS Y CONSULTORÍA ENERGÉTICA S.A. de C.V.</b>		MINIVIEW LED ROADWAY LUMINARE (PHILIPS)	10 AÑOS	54 watts	M.N. \$4,599.08

Para tener un precio base del costo de la luminaria lo podemos determinar con el costo promedio de las tres luminarias que se tienen como opción.

Tabla 4.14: Determina el costo promedio de la luminaria LED

PARTIDA	PROVEEDOR	MODELO	CAPACIDAD	PRECIO POR UNIDAD
1	INTELLISWITCH S.A. de C.V.	General Electric Evolve LED Roadway Lighting	51 Watts	\$4,983.00
2	PRAHALIGHTING	LÍNEA MERCURY I	60 watts	\$5,772.00
3	DIAGNOSIS Y CONSULTORÍA ENERGÉTICA S.A. de C.V.	MINIVIEW LED ROADWAY LUMINARE (PHILIPS)	54 watts	\$4,599.08
<b>Costo promedio</b>				<b>\$5,118.03</b>

Ahora con el precio promedio de la luminaria se determina el costo total de las 7,257 luminarias

Tabla 4.15: Costo total de las 7,257 luminarias LED

Total de luminarias LED	Precio unitario promedio de la luminaria LED	Costo total de las luminarias LED
7,257	\$5,188.03	<b>\$37,649,533.71</b>

Apoyándonos de la tabla 4.15 en donde se obtiene el costo total por la adquisición de las 7,257 luminarias LED, se puede determinar en cuanto tiempo se recupera la inversión, este resultado lo podemos conseguir al enfrentar el costo total de las luminarias LED contra el ahorro financiero que estas luminarias generan.

Primero se tiene que calcular el ahorro financiero entre las luminarias actualmente instaladas contra las luminarias LED. La tabla 5.1 muestra que mensualmente se paga por el consumo de energía de las luminarias actualmente instaladas la cantidad de \$1,174,567.17 pesos y con las luminarias LED se pagaría la cantidad de \$437,250.16, por lo cual tenemos la siguiente operación:

Consumo de luminarias Instaladas	Menos	Consumo de luminarias LED	Igual	Ahorro Financiero
--	-------	---------------------------------	-------	----------------------

Por lo cual tenemos:

\$1,174,567.17	Menos	\$437,250.16	Igual	\$737,317.01
----------------	-------	--------------	-------	--------------

El ahorro financiero que se conseguiría al instalar las luminarias LED es por la cantidad de \$737,317.01 pesos al mes. Ya con este resultado podemos calcular en cuanto tiempo se recupera la inversión.

Por lo cual tenemos:

$$\frac{\boxed{\$37,649,533.71}}{\boxed{\$737,317.01}} = \text{Igual} \boxed{51 \text{ meses}}$$

Tenemos que la inversión se recuperaría en un aproximado de 51 meses, esto quiere decir que con el ahorro financiero que las luminarias LED producen la recuperación económica sería en un plazo menor a 5 años.

**CAPITULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Respecto a los objetivos que se pretenden lograr con el desarrollo de la presente propuesta, se establece lo siguiente.

### **5.1 Conclusiones de los objetivos**

**Objetivo 1** *Identificar el número de luminarias que están instaladas en el Municipio de Ciudad Madero mediante el censo de alumbrado público.*

Por medio del censo de alumbrado público del Municipio de Ciudad Madero, realizado en el año 2014 entre el departamento de alumbrado público y Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) se determina que en la ciudad tenemos instaladas un total de 12,026 luminarias.

**Objetivo 2** *Determinar las luminarias que son óptimas para su remplazo.*

Con los criterios que propuso el departamento de alumbrado público para realizar la selección de las luminarias a remplazar, se obtuvo un total de 7,257 luminarias las cuales están en un rango de capacidad de 60 a 250 watts y son luminarias con tecnología de iluminación obsoleta.

**Objetivo 3** *Determinar el consumo de la energía eléctrica en watts con las luminarias seleccionadas actuales.*

El consumo de energía eléctrica de las 7,257 luminarias equivale a 1,072,181 watts, además tenemos que el consumo en kilowatts es de 1,072.18, el consumo en Kilowatts hora es de 391,131.26 y un pago mensual por este consumo de \$1,174,567.17 pesos.

**Objetivo 4** *Determinar el consumo de la energía eléctrica en watts con tecnología LED.*

El consumo de energía eléctrica de las 7,257 luminarias LED sería de 399,137 watts, el consumo en kilowatts es de 399.14, en kilowatts hora es de 145,604.45 y un pago mensual por este consumo de \$437,250.16 pesos.

**Objetivo 5** *Determinar el costo de mantenimiento de las luminarias en uso y las de tecnología LED.*

El costo de mantenimiento de las luminarias actualmente instaladas es de \$900.00 pesos por luminaria, el cual implica el cambio de piezas tales como; foco, balastro, fotocelda y el herraje que sostiene a la luminaria.

Las luminarias LED no requieren mantenimiento ya que son nuevas y todos los proveedores ofrecen garantía.

**Objetivo 6** *Realizar un análisis de costo beneficio para estipular el monto total de la adquisición de las luminarias.*

El costo de la adquisición de las 7,257 luminarias, con un precio promedio de \$5,188.03 pesos por lámpara, equivale a un pago total de \$37,649,533.71 pesos.

### **Objetivo General**

*Realizar un estudio costo-beneficio que demuestre las ventajas de utilizar tecnología LED en el alumbrado público.*

Como se menciona en el objetivo 6 el costo total por la adquisición de las 7,257 luminarias de \$37,649,533.71 pesos y el plazo para recuperar la inversión es de 51 meses.

Las ventajas al aplicación tecnología LED fue la disminución de un 63% en el pago mensual por el consumo de energía eléctrica ante la Comisión Federal de Electricidad, también se reduce el mantenimiento que se le debe de aplicar constantemente a las luminarias, se le da un mejor servicio de iluminación a la ciudadanía para el desarrollo de actividades nocturnas y se cuida el medio ambiente al dejar de utilizar luminarias que contienen materiales dañinos.

## **5.2 Recomendaciones**

La propuesta establecida en el presente trabajo de investigación, representa el inicio de la aplicación de tecnología LED para la modernización de la Infraestructura de Alumbrado Público en el Municipio de Ciudad Madero, esto representa un alumbrado más eficiente a nivel energético y económico, así como más respetuoso con el medio ambiente.

Los LED constituyen una tecnología avanzada y novedosa cuyo punto más destacable respecto a cualquier otro tipo de tecnología de iluminación es la eficiencia luminosa. Cabe destacar también la elevada vida útil de las lámparas LED, lo que unido al bajo consumo de energía eléctrica permite un retorno de la inversión en un periodo de tiempo muy reducido.

## Bibliografía

- Arce Gómez, C. (2005). *Ley de tránsito por vías públicas terrestres*. Universidad estatal a distancia.
- Arias, F. G. (06 de Junio de 1999). *El Proyecto de Investigación* .
- Bazaldúa Zamarripa , J. A., Velázquez Aguirre, M. D., & Villaseñor Dávalos , J. L. (2017). Manual para la elaboración de trabajos de investigación.
- Bazaldúa Zamattipa, J. A., & Velázquez Aguirre, M. T. (2007). *Manual paea la Elaboración de Trabajos de Investigación* .
- (2014). *Censo de alumbrado público*. Madero.
- Cohen, E., & Franco , R. (2006). *Evaluación de un proyecto social*. siglo veintiuno.
- Convergencia. (Diciembre de 2016). *Scielo*.
- De Conceptos.com. (2017). *Concepto de propuesta*. Obtenido de <https://deconceptos.com/ciencias-juridicas/propuesta>.
- DefinicionMX. (08 de Mayo de 2017). *Definicion*. Obtenido de <https://definicion.mx/derecho/>
- Diario Oficial de la Federación. (martes 6 de Noviembre 2012). Norma Oficial Mexicana NOM-031-ENER-2012.
- Economía simple . (2016). *Economía simple* . Obtenido de Economía simple.net: <https://www.economiasimple.net/glosario/eficiencia>
- Gobierno Municipal de Ciudad Madero* . (2013). Obtenido de <http://ciudadmadero.mx/index.php/component/content/article/31-transparencia/2-leyes-reglamentos-manuales-de-organizacion-y-de-procedimientos-y-en-general-toda-normatividad-vigente-de-caracter-administrativo/31-2-leyes-reglamentos-manuales-de-organizacion->
- Gómez de León, F. C. (1998). *Tecnología del Mantenimiento Industria* . Murcia .
- Infante, P. C. (2005). *De Villa Cecilia a Ciudad Madero*. Victoria: PACMYC.
- Ley del servicio público de energía eléctrica* . (11 de 08 de 2014). Obtenido de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/lsp/LSPEE\\_abro.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/lsp/LSPEE_abro.pdf)
- López, R. R. (2017). *Análisis de los elementos del costo*

- Magher. (2017). *Teoría, fundamentos y definición* .
- Madero, P. d. (2016). *Inicios del Alumbrado Público en Ciudad Madero* . (A. B. Cruz, Entrevistador)
- Mercado, E. (1991). *Calidad Integral Empresaria e Institucional*. D.F.: LIMUSA.
- Pacheco, L. C. (s.f.). *De Villa* .
- Pinto, J. L., Vázquez, M. X., Lózano, A., & Martínez, J. E. (2003). *Análisis coste - benefico en la salud*. Masson S.A.
- Real Academia Española . (2014). *Diccionario de la lengua Española*.
- Santamaria, P. (17 de Octubre de 2012). *Iluminación LED*. Recuperado el 28 de 01 de 2018, de Xataka smart home: [www.xatakahome.com/iluminacion-y-energia/que-es-la-iluminacion-led-especial-iluminacion-led](http://www.xatakahome.com/iluminacion-y-energia/que-es-la-iluminacion-led-especial-iluminacion-led)
- Tarifas CFE.* (s.f.). Obtenido de [http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas\\_negocio.asp](http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_negocio.asp)
- Terry, & Franklin. (1986). *Principios de Administración*.
- Westinghouse Electric Corp. (1976). *Manual del alumbrado* .