

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



**Determinación de la eficiencia por el cambio de sistemas de iluminación
incandescentes a sistemas de iluminación LED en comercios**

Alondra Yameth González Montes

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:**

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

TORREÓN, COAHUILA.

FEBRERO DE 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL (LA) C. ALONDRA YAMETH GONZÁLEZ MONTES, QUE SE
SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

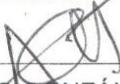
REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR:

PRESIDENTE:



ING. JOEL LIMONES AVITIA

VOCAL:



DR. ANSELMO GONZÁLEZ TORRES

VOCAL:

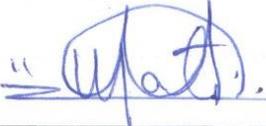


DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS

VOCAL:



M.C. EDGARDO CERVANTES ÁLVAREZ



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

FEBRERO DE 2018.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Determinación de la eficiencia por el cambio de sistemas de iluminación incandescentes a sistemas de iluminación LED en comercios.

POR:

ALONDRA YAMETH GONZÁLEZ MONTES

TESIS:

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR:

ASESOR PRINCIPAL:



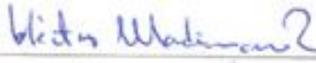
ING. JOEL LIMONES AVITIA

ASESOR:



DR. ANSELMO GONZÁLEZ TORRES

ASESOR:



DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS

ASESOR:



M.C. EDGARDO CERVANTES ÁLVAREZ



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

FEBRERO DE 2018.



Agradecimientos

A mi Alma Terra Matter que fue la institución que me acogió durante mi formación profesional y que llevare en mi corazón siempre.

A mis catedráticos por sus pláticas y consejos porque sin ellos este logro no hubiese sido posible.

A mi asesor en particular por ayudarme a llevar a cabo esta investigación y por ser un gran maestro.

A mis amigos que me acompañaron a lo largo de estos cuatro años y que nunca me dejaron sola. Muchas gracias por su amistad, y aunque la vida nos lleve por caminos distintos siempre los recordare y los llevare en mi corazón.

Dedicatoria

A Dios por acompañarme en cada paso que he dado, por no dejarme sola en ningún momento y por ayudarme a cumplir esta meta tan importante en mi vida.

A mi madre Liliana Montes por ser una gran madre, por entregarse día a día junto conmigo para poder lograr esta meta juntas, por hacer un maravilloso trabajo con mi formación personal y hacer de mí la persona que ahora soy. Gracias por estar en cada decisión que he tomado, por tu apoyo incondicional, y por enseñarme a siempre terminar lo que empiezo.

Mama, este logro también es tuyo. Mil gracias!

A mis tías Thelma Montes y Verónica Montes que son como unas madres para mí y que son unas mujeres maravillosas. Por siempre alentarme a seguir adelante y a no rendirme, y que a pesar de la distancia siempre me escucharon y estuvieron conmigo. Gracias por quererme tanto.

RESUMEN

La energía se ha convertido en un componente indispensable en la vida del ser humano. Los focos son un elemento primario del consumo de energía en general, el sistema tradicional de iluminación en edificios, casas etc. tienen desventajas como el alto consumo de energía y alto costo. En esta investigación se propuso estudiar el ahorro energético y económico de un sistema de iluminación a base de diodos emisores de luz (LED) instalado actualmente desde el inicio del 2017 en un comercio, el cual anteriormente contaba con luces incandescentes normales, que son una fuente de contaminación ambiental, absorben más energía para funcionar y posteriormente repercute en el pago mensual de energía.

Palabras clave: Ahorro energético, contaminación ambiental, energía limpia, Incandescente, LED,

Contenido

Agradecimientos	i
Dedicatoria.....	ii
RESUMEN	iii
I INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General:	3
2.2. Objetivo Específico:	3
III REVISION DE LITERATURA.....	4
3.1. La Evolución de la luz eléctrica a través de la historia.....	4
3.2. Tipos de lámparas desarrolladas.....	6
3.2.1. Focos incandescentes	6
3.2.2. Lámparas Fluorescentes	6
3.2.3. Diodos emisores de luz (LED).....	7
3.3. Características y tipos de focos eléctricos.....	9
3.3.1. Formas más comunes:	10
3.4. Producción de energía para alimentar la iluminación LED	10
3.5. Comparativa Luces LED y Luces Incandescentes tradicionales	11
3.6. Reforma Energética Mexicana	12
IV MATERIALES Y METODOS	14
4.1. Material.....	14
4.2. Procedimiento	14
V RESULTADOS.....	16
5.1. Tabla no. 1.....	16
5.1.1. Grafica no.1	17
5.2. Tabla no. 2	18
5.2.1. Grafica no. 2	19
5.3. Tabla no. 3.....	20
5.4. Grafica no. 3.....	21
5.5. Grafica no. 4.....	22
VI DISCUSION.....	23
VII CONCLUSIONES.....	24
VIII RECOMENDACIONES.....	25
IX LITERATURA CITADA	26

I INTRODUCCION

En la actualidad, es difícil recordar las épocas donde se producía energía de una manera muy diferente a la de hoy en día, en especial para las generaciones más recientes. El proceso de transformación del feudalismo al capitalismo fue lo que desató la primera Revolución Industrial en el siglo XVIII que se llevó a cabo principalmente en Europa, donde se descubrieron nuevas formas de producir energía gracias a la ciencia experimental con materiales como el carbón de piedra para generar vapor de agua y la energía hidráulica. En esta época, es donde empezó a haber crecimiento económico y laboral para las poblaciones Europeas y con ello la migración de personas que se dedicaban a la agricultura a las ciudades ya industrializadas.

La segunda Revolución Industrial en el siglo XIX, es la época más importante ya que aquí es donde se empiezan a manifestar industrias más tecnificadas como la industria eléctrica, la química y la automovilística. Aquí se empezaron a utilizar nuevos materiales para la producción de energía como el petróleo y la electricidad. La electricidad tiene un sinnúmero de aplicaciones en todos los ámbitos de la vida: industrial, comercial, las comunicaciones, las sociedades, los usos residenciales, etc. Con la electricidad surge el teléfono, la radio, los sistemas de refrigeración mecánica, la iluminación urbana, laboral y residencial, (Hall-Mitre, 2013).

A partir de estos acontecimientos históricos, se empezaron a ver las primeras fuentes de contaminación antropogénica causada principalmente por la quema de combustibles fósiles y el carbón utilizados para la generación de energía. En la actualidad, el consumo de combustibles fósiles está aumentando drásticamente junto con las mejoras en la calidad de vida, la industrialización de las naciones en desarrollo y el aumento de la población mundial (Panwara *et al.*, 2011) y el crecimiento poblacional y la modernización del mundo están aumentando la demanda de electricidad.

La industria eléctrica ha tenido muchas restricciones en los últimos años por la legislación gubernamental en todo el mundo para reducir la huella de carbono,

eliminar sustancias peligrosas, e incrementar la eficiencia eléctrica, y se ha optado por tecnologías más amigables con el medio ambiente.

La energía eléctrica depende principalmente de los combustibles fósiles. Uno de los inconvenientes del uso de combustibles fósiles son las emisiones contaminantes locales y de gases de efecto invernadero como el bióxido de carbono (CO₂) que es uno de los principales causantes del calentamiento global. La descarbonización de la generación de electricidad puede apoyar la mitigación del cambio climático y presenta una oportunidad para abordar la contaminación resultante de la combustión de combustibles fósiles (G. Hertwich *et al.*, 2014). Los principales contaminantes emitidos por el uso de dichas energías son: óxidos de nitrógeno (NO_x), el bióxido de azufre (SO₂), el monóxido de carbono (CO), y las partículas suspendidas (Laguna-Monroy, 2002). Y de aquí se derivan otros tipos de contaminación como la “electricidad sucia”, que puede estar en forma de campos electromagnéticos que no son visibles para el ojo, pero tiene un efecto biológico en el cuerpo humano y ha sido asociada con una amplia variedad de enfermedades, es una de las formas de contaminación eléctrica más peligrosas que está invadiendo nuestras casas y centros de trabajo (Jindal y Garg, 2016).

De acuerdo a la Comisión Europea en 2011, alrededor del 50% del consumo eléctrico total en edificios de oficinas es utilizado para alumbrar las instalaciones (Jackson, 2012) con luces incandescentes normales. La lámpara incandescente tradicional ha estado en producción durante más de cien años y, aunque muchos valoran la calidad de su luz, su muy baja eficiencia es cada vez más costosa para los usuarios. En consecuencia, muchos países han introducido una legislación por etapas para prohibir las luces incandescentes y reemplazar con tecnologías de mayor eficiencia como las luces LED (diodos emisores de luz)(Jackson, 2012). De acuerdo con lo mencionado anteriormente, que tanto se reduciría el consumo energético si se cambiara de luces incandescentes normales a diodos emisores de luz y como beneficiaria eso a las empresas y al medio ambiente.

II OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

Evaluar la eficiencia energética entre dos tipos de sistemas de iluminación en comercios, industrias y hogares.

2.2. Objetivo Específico:

Evaluar la eficiencia energética que se obtiene al sustituir lámparas incandescentes normales por diodos emisores de luz (LED), así como el ahorro energético y económico que se obtiene al hacer esta sustitución de sistema de iluminación en una empresa comercial.

III REVISION DE LITERATURA

3.1. La Evolución de la luz eléctrica a través de la historia.

El descubrimiento de la luz eléctrica se atribuye a **Thomas Alva Edison** (Febrero 11, 1847, Milan, Ohio, U.S. — Octubre 18, 1931, West Orange, New Jersey) en 1879, un inventor estadounidense que fue reconocido por tener un récord mundial de 1.093 patentes, comenzó su carrera en 1863, en la adolescencia de la industria del telégrafo, cuando prácticamente la única fuente de electricidad eran las baterías primitivas que emitían una corriente de bajo voltaje. Antes de morir, en 1931, había desempeñado un papel fundamental en la introducción de la era moderna de la electricidad. De sus laboratorios y talleres emanó el fonógrafo, el transmisor de botón de carbono para el altavoz y el micrófono del teléfono, la lámpara incandescente, un generador revolucionario de eficiencia sin precedentes, el primer sistema eléctrico y de luz comercial, un ferrocarril eléctrico experimental y elementos clave de aparatos de cinematografía, así como una serie de otros inventos(<https://www.britannica.com/biography/Thomas-Edison>).

A pesar de que generalmente se le da el crédito a Edison por el descubrimiento del primer foco incandescente, los estudios para crear el primer bulbo de luz empiezan desde 1800, con la creación de baterías y lámparas por otros inventores de la época. Este no fue el primer invento de Thomas Edison, ni fue el primero en crear una alternativa a la luz de gas. Las luces eléctricas ya existían en una escala de farola cuando, en este día de 1879, Edison probó el bulbo de luz eléctrico por el que es famoso. Aunque no se le ocurrió todo el concepto, su bombilla fue la primera que resultó práctica y asequible para la iluminación del hogar. El truco había sido elegir un filamento que fuera duradero pero de bajo costo(<http://time.com/3517011/thomas-edison/>).

Mucho antes de que Thomas Edison patentara en 1879 y luego un año más tarde en 1880 que comenzó a comercializar su bombilla incandescente, los inventores británicos demostraron que la luz eléctrica era posible con la lámpara de arco. En

1835, se demostró la primera luz eléctrica constante, y durante los siguientes 40 años, los científicos de todo el mundo trabajaron en la lámpara incandescente, jugando con el filamento (la parte del bulbo que produce luz cuando se calienta con una corriente eléctrica) y la atmósfera de la bombilla(<https://energy.gov/articles/history-light-bulb>).

Thomas Edison tuvo mucha competencia a lo largo de su carrera, sobre todo para llegar a fabricar el primer bulbo de luz eléctrico, donde Edison tuvo éxito y superó a su competencia fue en el desarrollo de una bombilla práctica y barata. Edison y su equipo de investigadores en el laboratorio de Edison en Menlo Park, New Jersey, probaron más de 3.000 diseños de bombillas entre 1878 y 1880. En noviembre de 1879, Edison presentó una patente para una lámpara eléctrica con un filamento de carbono. La patente enumeraba varios materiales que podrían usarse para el filamento, incluidos el algodón, el lino y la madera. Edison pasó el año siguiente buscando el filamento perfecto para su nueva bombilla, probando más de 6.000 plantas para determinar qué material se quemaría por más tiempo (<https://www.livescience.com/43424-who-invented-the-light-bulb.html>). A pesar de que este invento tiene más de 100 años de existir, los focos eléctricos que se usan actualmente no son muy diferentes.

A principios de la década de 1880, Edison planificó y supervisó la construcción de la primera central eléctrica comercial en la ciudad de Nueva York. En 1884, Edison comenzó la construcción de un nuevo laboratorio en West Orange, Nueva Jersey, donde vivió y trabajó por el resto de su vida. La instalación de West Orange ahora es parte del Sitio Histórico Nacional de Edison, administrado por el Servicio de Parques Nacionales (<https://www.fi.edu/history-resources/edisons-lightbulb>).

3.2. Tipos de lámparas desarrolladas

3.2.1. Focos incandescentes

Las lámparas incandescentes son las más populares por su bajo precio y su cálido color de luz, su vida útil es de alrededor de 1000 horas y no ofrece buena reproducción de los colores, ya que no emite en la zona de colores fríos. Su eficiencia es muy baja, ya que solo convierte en luz visible alrededor del 15% de la energía consumida, otro 25% será transformado en energía calorífica y el 60% restante en Luz ultravioleta e infrarroja que acaban convirtiéndose en calor (http://cefire.edu.gva.es/pluginfile.php/199806/mod_resource/content/0/contenidos/009/luminotecnia/31__tipos_de_lmparas.html).

La luz incandescente se forma con materiales sólidos y líquidos que al calentarse, emiten radiación visible a temperaturas superiores a 1.000 °K. Este fenómeno recibe el nombre de incandescencia. Las lámparas de filamentos se basan en este calentamiento para generar luz, cuando una corriente eléctrica pasa a través de un fino hilo de tungsteno, y su temperatura se eleva hasta alcanzar entre 2.500 y 3.200 °K aproximadamente (<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/46.pdf>). Greenpeace está trabajando para que los legisladores elaboren una ley que prohíba las lámparas incandescentes antes de 2012, ya que consumen cuatro veces más energía para funcionar y emiten cinco veces más CO₂ que los focos ahorradores, a fin de que estos dejen de ser vendidos en el país (<http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2009/3/mercurio.pdf>).

3.2.2. Lámparas Fluorescentes

Consisten en unos tubos de vidrio con dos electrodos en sus extremos, en cuyo interior hay pequeñas cantidades de argón, neón y vapor de mercurio; la superficie interna está revestida de sustancias fluorescentes (fósforos) que transforman las

radiaciones ultravioletas en rojas, por lo que la luz que emiten es blanca (https://www.ecured.cu/L%C3%A1mpara_fluorescente#.L.C3.A1mparas_fluorescentes).

Las lámparas fluorescentes aportan beneficios como: un consumo eléctrico menor, un rango de luz visible más amplio, y emisiones de CO₂ más bajas, pero a pesar de tener estos beneficios que apoyan al cuidado del medio ambiente, tiene desventajas que de ser manejadas incorrectamente pueden repercutir en la naturaleza gravemente. Algunas de las desventajas son: el uso de gases como el neón, y argón que entran en contacto con mercurio y desprenden luz ultravioleta, y de ser rotas se puede liberar el mercurio al ambiente provocando una fuente de contaminación.

3.2.3. Diodos emisores de luz (LED)

La tecnología de iluminación LED ofrece muchos beneficios, como la protección del medio ambiente, la eficiencia energética y un ahorro aproximado del 50% en el consumo de energía, en comparación con otras lámparas como lámparas compactas fluorescentes, incandescentes y de vapor de sodio (Santhosh Kumar *et al.*, 2015). La tecnología LED, es actualmente la tecnología más empleada en iluminación. Los sistemas LED producen luz basándose en un efecto llamado electroluminiscencia por el cual se emiten fotones que determinan el color de la luz que visualizamos (<https://twenergy.com/a/que-son-las-luces-led-1677>). El color será diferente dependiendo de los materiales que compongan las cápsulas de los diodos de su interior (<https://twenergy.com/a/que-son-las-luces-led-1677>).

Las Luces LED presentan las siguientes ventajas (Primiceri y Visconti, 2017):

- Larga vida: los LED pueden proporcionar 50,000 horas o más, lo que puede reducir los costos de mantenimiento (en comparación, una bombilla incandescente que dura aproximadamente 1000 horas).

- Ahorro de energía: sistemas de iluminación LED blancos proporcionan tres o más veces la eficacia luminosa (lúmenes / vatios) de lámparas incandescentes. Los LED coloreados son especialmente aptos para la iluminación de color porque los filtros ópticos no son necesarios.
- Luz emitida con mejor calidad: los LED tienen una mínima radiación ultravioleta e infrarroja y su haz de luz puede ajustarse a cualquier apariencia de color.
- Intrínsecamente seguro: los sistemas basados en LED se alimentan con voltaje bajo y generalmente son fríos al toque (en comparación con las lámparas tradicionales).
- Lámparas más pequeñas y flexibles: el tamaño pequeño de los LED los hacen útiles para iluminar espacios reducidos.
- Durabilidad: los LED no tienen filamento para romperse y pueden soportar las vibraciones

La posibilidad de ofrecer soluciones con un alto rendimiento desde el punto de vista del ahorro energético eliminando costes de mantenimiento y ofreciendo un sistema duradero en el tiempo, ha convertido la tecnología LED en uno de los motores tecnológicos más competitivos y con mayor proyección de futuro en el sector de la iluminación (Serrano-Tierz *et al.*, 2015). Hasta tal punto es así que los estudios sugieren que la cuota de mercado de los productos LED se disparará de apenas un 7% en 2008 hasta un 75% para el año 2020 (Philips, 2010), pero para cumplir con un objetivo tan complejo, las actuaciones de las luminarias y el sistema de control de iluminación deben aumentar (Faranda *et al.*, 2011).

No sólo son estéticamente agradables y totalmente controlables: también ofrecen mayor duración y menor mantenimiento (Philips, 2010) lo cual contribuye a la seguridad del personal de mantenimiento que está expuesto a sufrir accidentes por dar mantenimiento a las lámparas incandescentes normales que son más peligrosas. La larga vida útil hace que los sistemas de iluminación LED sean una inversión a largo plazo, y los grandes ahorros en energía y mantenimiento son una

buena razón para un mayor costo inicial(K R *et al.*, 2012). Se estima que este cambio tecnológico podría reducir el uso de energía de iluminación nacional en un 75 por ciento en 2035, ahorrando 5,1 billones de BTUs, casi igual a la energía anual total consumida por 45 millones de hogares en los EE. UU (<https://energy.gov/eere/ssl/why-ssl>).

3.3. Características y tipos de focos eléctricos.

- **ED Bulb (el LED común):** LED es lo que se llama una tecnología de "iluminación de estado sólido". Básicamente, en lugar de emitir luz desde un vacío (como en una bombilla incandescente) o un gas (como en una fluorescente), en el caso de un LED tradicional, esa pieza de materia es un semiconductor. Dicho de manera muy simple, un LED produce luz cuando los electrones se mueven dentro de su estructura semiconductora (<https://science.howstuffworks.com/environmental/green-tech/sustainable/led-light-bulb1.htm>)
- **LED SMD:** Es un diodo de luz de montaje de superficie, sus siglas provienen del inglés "light emitting diode surface mount device", es un dispositivo semiconductor que emite luz cuando es atravesado por una corriente eléctrica muy pequeña y su longitud de onda depende del material empleado en su fabricación y de los aditivos luminiscentes. El LED SMD esta encapsulado en Resina Semirrígida (<https://tecnologiademontajesuperficial.es.t/LED-SMD.htm>).
- **LED COB:** corresponde a las siglas "Chip on board" ("chip en la placa"), en el cual se han insertado multitud de LEDs en un mismo encapsulado, son de circuito sencillo y requieren menor disipación y toleran altas temperaturas de trabajo y soporta bien las fluctuaciones de la corriente eléctrica (<http://www.alromar-energia.es/blog/comparativa-de-los-leds-smd-led-cob-y-led-alta-potencia/>).

- **LED HP:** LED de Alta Potencia, funciona con un semiconductor emisor del flujo luminoso con terminales exteriores para alimentación del cátodo (+) y ánodo (-) estando encapsulado de silicón que cubre al semiconductor emisor y tiene una base con superficie inferior disipadora de temperatura. Está restringido su uso en determinados lugares (<http://www.iluminet.com/diodos-emisores-de-luz-de-alta-potencia-de-1w/>).

3.3.1. Formas más comunes:

- A: la clásica forma típica de un foco
- B y C: focos que tienen la base abombada pero terminan punta
- PAR: utilizan un espejo parabólico o superficie que refleja el foco de luz

3.4. Producción de energía para alimentar la iluminación LED

Actualmente se conocen diversas formas de generar energía limpia y sustentable, ya conocemos, entre las más comunes, la energía eólica que se produce con el viento, la energía hidráulica que se produce con el agua, y la energía fotovoltaica que se produce a través de los rayos solares. En este caso, para poder alimentar de energía una planta, o un edificio de oficinas para la iluminación, en especial con luces LED, se utilizaría la energía fotovoltaica que es más fácil de instalar y sería ambientalmente viable.

La tecnología fotovoltaica ofrece una solución óptima para la alimentación de instalaciones de iluminación en lugar de desarrollar la red eléctrica para suministrar electricidad (Primiceri y Visconti, 2017) Además del ahorro de dinero, la iluminación LED con energía solar ofrece importantes beneficios ambientales y de salud(Primiceri y Visconti, 2017). Las celdas fotovoltaicas convierten la luz solar en energía y producen corriente directa la cual puede ser usada para energizar varios dispositivos, la iluminación por ejemplo puede ser una de las formas de utilizar esta energía solar generada, la tecnología LED es un candidato para crear sistemas fotovoltaicos de iluminación eficientes (Zhou y Narendran, 2005). Los

sistemas fotovoltaicos no producen emisiones de gases peligrosos como CO₂, CO y SO₂, etc., son confiables y requieren un mantenimiento mínimo para operar. Pueden producir electricidad de micro vatios a pocos megavatios (Singh, 2012).

3.5. Comparativa Luces LED y Luces Incandescentes tradicionales

La tecnología LED es actualmente la más ecológica de todas las posibles fuentes de luz, en comparación con todos los sistemas existentes para iluminación, es el sistema que menos energía consume y además no contiene materiales tóxicos, contaminantes o radiactivos (<http://saguerelectronica.webnode.cl/products/equivalencia-led-v-s-convencional/>), de tal manera que no deben ser tratados como residuo peligroso como es el caso de las luces incandescentes tradicionales, cosa que gran parte de la población no toma en cuenta, o simplemente no saben de este problema. La luz LED comparada con la luz halógena o incandescente tiene mejor eficiencia luminosa y se consigue un 60% de eficiencia energética con la instalación de LED frente a las luces halógenas convencionales (<http://www.emopagreen.com/comparativa%20halogeno%20led.html>), generan menor riesgo al medio ambiente por no contener sustancias tóxicas y se consigue una durabilidad de 5 a 20 veces más que con la iluminación tradicional (<http://www.emopagreen.com/comparativa%20halogeno%20led.html>).

Los modelos tradicionales, llevan incorporado en la mayoría de ocasiones un transformador o reactancia, que consume alrededor de un 10% de la potencia de las bombillas, ahorro que tenemos que sumar al que nos proporcionan las bombillas LED, ya que no necesitan este transformador (<https://www.ecoluzled.com/content/8-que-consumo-tiene-una-bombilla-led>). Las bombillas **LED se encienden inmediatamente**, mientras que la de **bajo consumo** puede tardar **hasta 60 segundos**(<https://twenergy.com/a/diferencias-entre-bombillas-led-y-de-bajo-consumo-2491>).

3.6. Reforma Energética Mexicana

La reforma energética de 2014 ha estimulado el análisis proveniente de distintas miradas científicas por su impacto en el desarrollo nacional (Bartlett-Díaz y Vargas, 2016). Las reformas constitucionales que México ha impulsado en este sexenio se caracterizan por estar acordes con las políticas del libre mercado (Vargas, 2015). Desde la perspectiva de Estados Unidos el *Tratado de Libre Comercio de América del Norte* habría sido un vehículo para abrir oportunidades de inversión y de servicios relacionados con la energía y la petroquímica en México (Vargas, 2015). Sin embargo, en los últimos 10 años la producción de petróleo ha disminuido en casi un millón de barriles diarios y para revertir esta tendencia, el gobierno federal promovió una reforma en el sector energético que fue aprobada en diciembre de 2013 que tiene como objetivo fundamental aumentar la competitividad del sector energético. (<https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6891/Reforma%20Energetica%20y%20Contenido%20Local%20Minero%20%28Final%29.pdf?sequence=1>).

La reforma, que terminó el monopolio de la petrolera Pemex, abrió el sector eléctrico a una mayor participación del sector privado, impulsará el crecimiento económico en un 1% para el 2018 y 2% para el 2025, el sector energético ve al menos \$50 mil millones de dólares en nuevas inversiones para el 2018, con cada mil millón de dólares, produciendo 2.700 empleos directos y 2.700 empleos indirectos (O'Connor y Viscidi, 2015). ¿Pero esto que significa? Que el Estado opera a favor de los capitales extranjeros, mercantilizando los bienes naturales, es decir, cosificándolos y transformándolos en propiedad privada para poder apropiarse de ellos, esto ocurre cuando los espacios de un territorio nacional, local y regional de un país, se privatizan y están cada vez más expuestos a externalidades negativas por parte de capitales extranjero (Merchand, 2015).

La reforma energética, que afecta directamente a las empresas de generación de electricidad, es uno de los detonantes principales del impacto de las reformas estructurales, sin duda, las empresas generadoras de energía seguirán siendo empresas competitivas, se estima que seguirá habiendo crecimiento en

infraestructura, y energías limpias, usando gas y otras fuentes de generación no contaminantes al ambiente (Lino-Gamiño *et al.*, 2014).

Se creará la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del sector hidrocarburos, que tendrá como objetivo la protección de personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector, y tendrá a su cargo la regulación y supervisión de la seguridad industrial operativa, actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, y el control integral de residuos y emisiones contaminantes (Forbes, 2014).

Se estima que, al cambiar la estructura de la generación de electricidad a favor del gas natural y alejarse de los hidrocarburos, la reforma podría hacer que los precios de la electricidad disminuyan en un 13 por ciento (Alvarez y Valencia, 2015) y aparte de cambiar las formas de generar energía por fuentes más limpias y amigables con el medio ambiente, se desarrollan nuevas tecnologías para ahorrar energía y reducir la contaminación como las nuevas formas de alumbramiento que son los sistemas de iluminación LED.

IV MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevo acabo en la agencia de automoviles denominada Toyota Laguna, S.A. de C.V., ubicada en Blvd. Independencia No. 1200 Ote, colonia Estrella en la ciudad de Torreón, Coahuila, Mexico. Dicho trabajo se desarrollo durante el periodo comprendido entre los meses de julio a diciembre de año 2017. Lo anterior, con la finalidad de determinar la eficiencia en el consumo energetico y ahorro de energia electrica por el cambio en el sistema de alumbrado en todas las areas de la empresa, de luces incandescentes al sistema de alumbrado por el de luces LED. Dicho comparativo se llevara a cabo mediante el analisis de los datos de consumo de energía electrica entre ambos sistemas. Ademas se comprobará si al tener ahorro en el consumo energetico, se ayuda a la disminucion de las emisiones de gases de efecto invernadero, debido a la menor generacion de energia electrica por parte de las empresas de generacion de electricidad.

La ubicacion de la empresa distribidora de automoviles es en Boulevard Independencia Colonia Estrella en la ciudad de Torreón, Coahuila.

4.1. Material

Los materiales empleados en el desarrollo de la presente tesis, fueron básicamente, la consulta de los recibos de consumo energético, mediante cobros mensuales, lo cuales fueron proporcionados por la empresa de servicio automotriz.

4.2. Procedimiento

Para el metodo de evaluacion en el consumo energetico y ahorro economico entre los sistemas de iluminacion, la determinacion tanto de le eficiencia como del ahorro de energia, dicha evaluacion se llevara a cabo mediante la aplicacion de la metodologia estadistica de disenno no experimental, obteniendo las variables estadisticas de media, mediana y varianza, y la determinacion de la ecuacion que

represente el valor de coeficiente de correlación estadístico de los valores obtenidos, entre los valores del año inmediato anterior y el del año actual, en lo referente al consumo y ahorro energético.

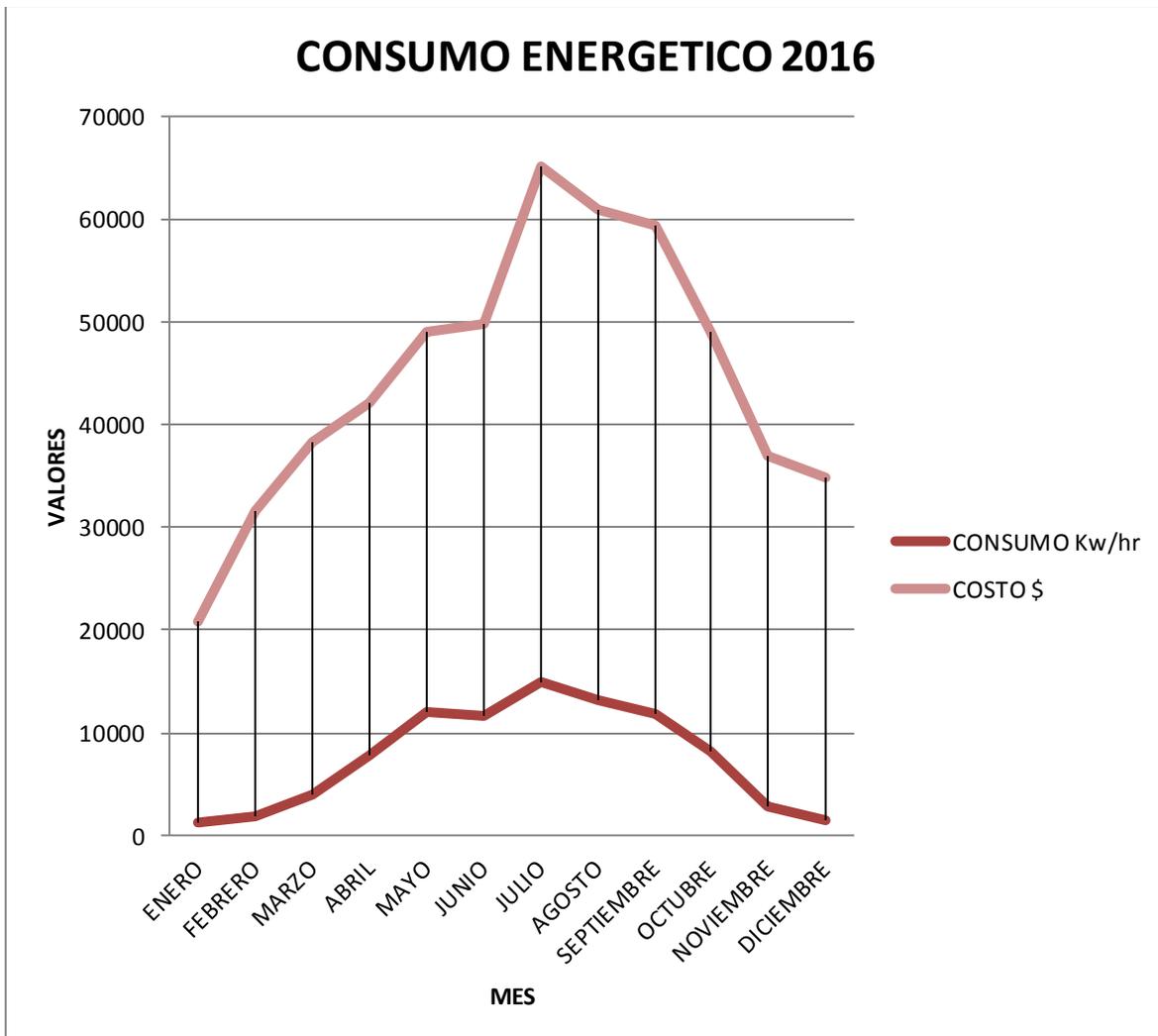
V RESULTADOS

De acuerdo con la evaluación realizada entre los dos sistemas de iluminación, a continuación se presenta mediante cuadros comparativos, los resultados de la evaluación de ambos sistemas, para los correspondientes años 2016 y 2017, donde se señala, el consumo de energía del sistema de luz incandescente y la implementación del nuevo sistema a base de luz LED.

CONSUMO ENERGETICO AÑO 2016

MES	CONSUMO Kw/hr	COSTO \$MXN
ENERO	1248	20,814
FEBRERO	1920	31,564
MARZO	4056	38,248
ABRIL	7872	42,088
MAYO	12065	48,974
JUNIO	11645	49,802
JULIO	14936	65,135
AGOSTO	13152	60,892
SEPTIEMBRE	11824	59,430
OCTUBRE	8208	49,108
NOVIEMBRE	2848	36,898
DICIEMBRE	1504	34,798
MEDIA	7606.5	44,813
MEDIANA	8040	45,531
VARIANZA	25830738.82	173707816.4

5.1. Tabla no. 1. Consumo energético del año 2016 en Kw/hr y costo por mes.

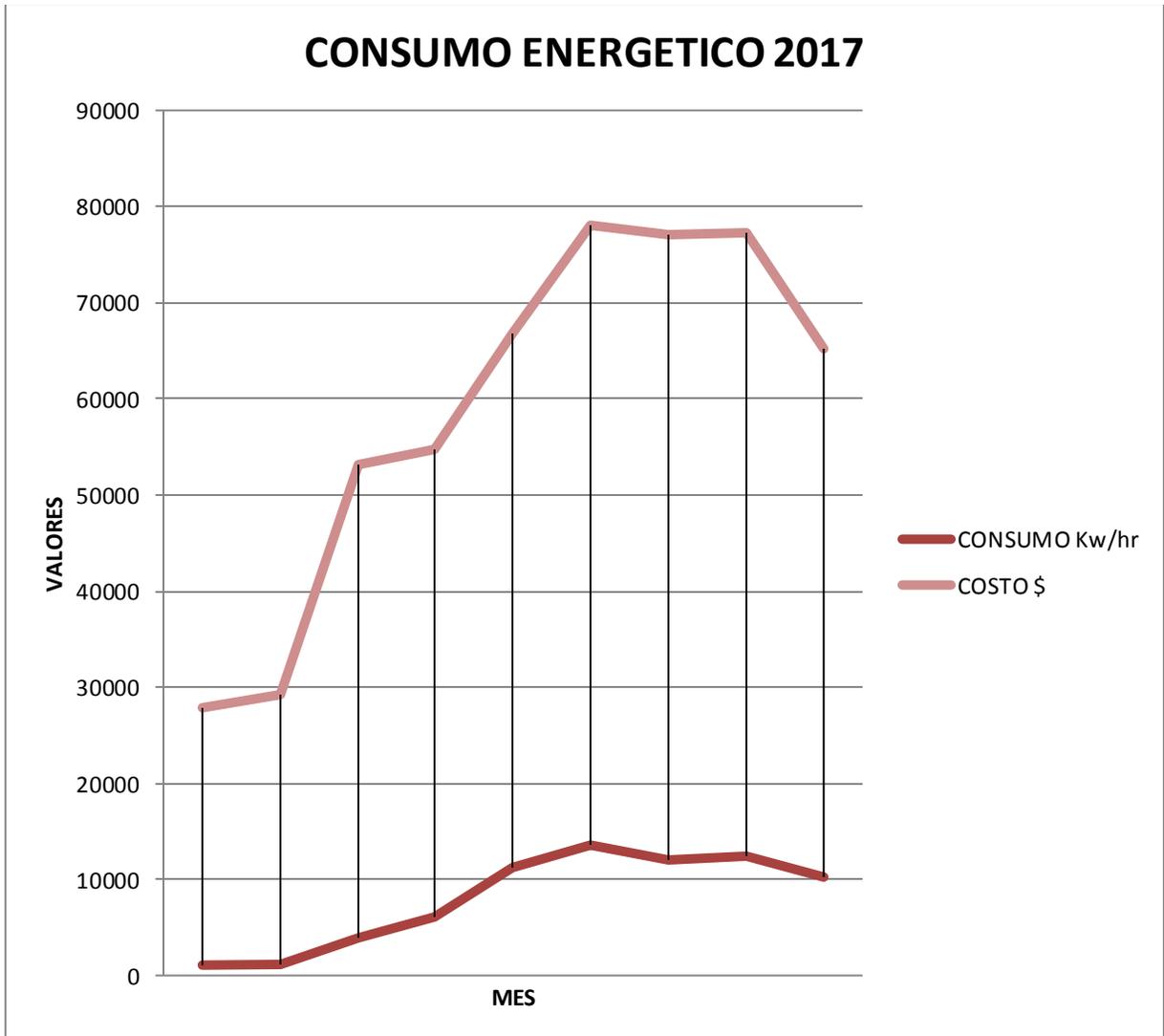


5.1.1. Grafica no.1. - Grafica en la cual se señala el consumo energético correspondiente al año 2016, durante todo el año, así como el costo por consumo.

CONSUMO ENERGETICO AÑO 2017

MES	CONSUMO Kw/hr	COSTO \$
ENERO	1080	27,857
FEBRERO	1184	29,177
MARZO	4000	53,227
ABRIL	6128	54,756
MAYO	11240	66,805
JUNIO	13568	78,054
JULIO	11984	77,110
AGOSTO	12,396	77,257
SEPTIEMBRE	10145	65,212
MEDIA	7969.444444	58,828
MEDIANA	10145	65,212
VARIANZA	24392319.78	379277956.5

5.2. Tabla no. 2. Consumo energético del año 2017 en Kw/hr y costo por mes.

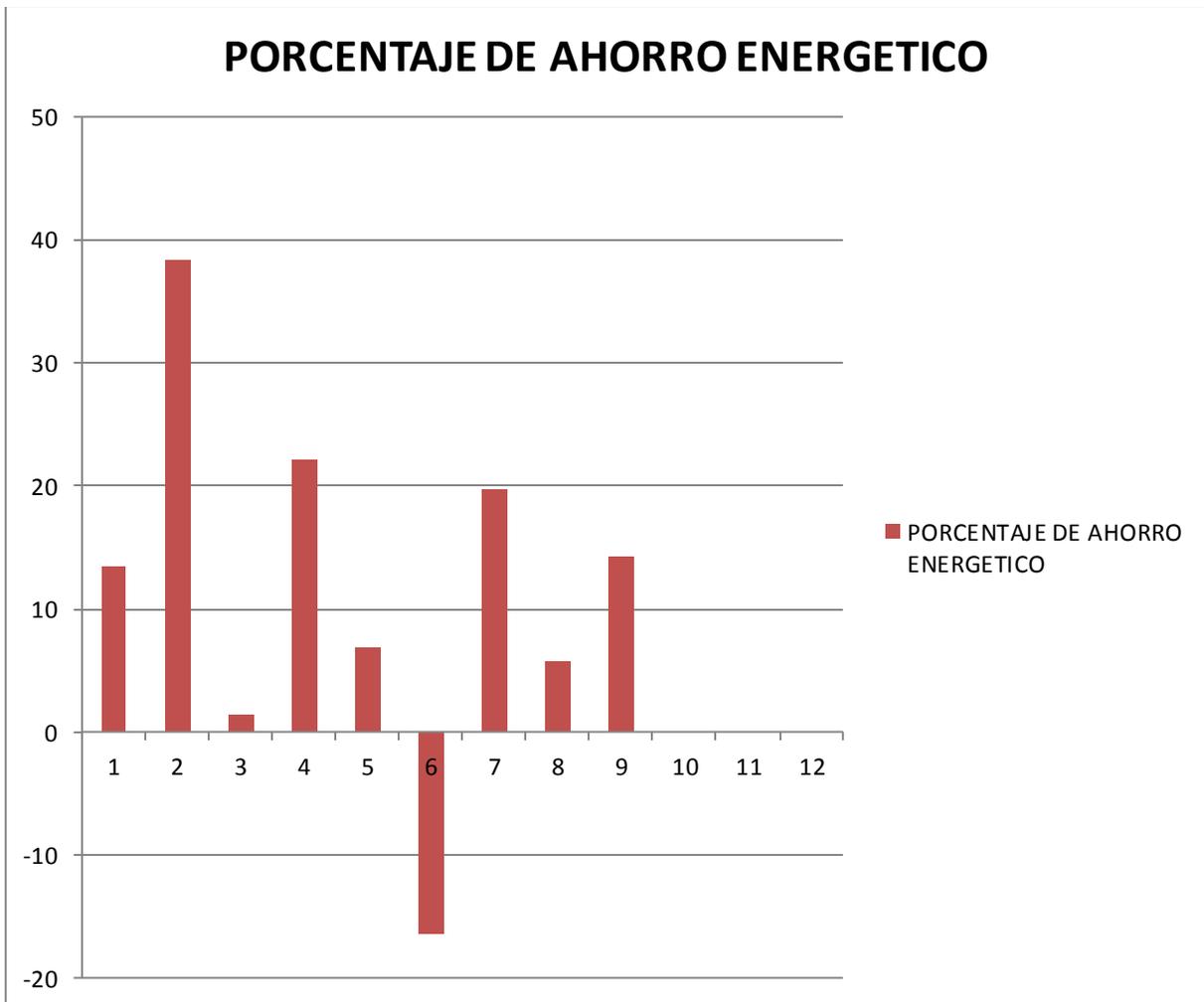


5.2.1. Grafica no. 2.- Grafica en la cual se señala el consumo energético correspondiente al años 2017, durante todo el año, así como el costo por consumo.

TABLA COMPARATIVA DE AHORRO ENERGETICO Y ECONOMICO 2016-2017

MES (2016-2017)	AHORRO Kw/hr	PORCENTAJE DE AHORRO ENERGETICO (%)	AHORRO ECONOMICO
ENERO	168	13.46	\$7,043.00
FEBRERO	736	38.33	\$2,387.00
MARZO	56	1.38	-\$14,979.00
ABRIL	1744	22.15	-\$12,668.00
MAYO	825	6.83	-\$17,831.00
JUNIO	-1923	-16.51	-\$28,252.00
JULIO	2952	19.76	-\$11,975.00
AGOSTO	756	5.74	-\$16,365.00
SEPTIEMBRE	1679	14.19	-\$5,782.00
OCTUBRE			
NOVIEMBRE			
DICIEMBRE			
MEDIA	777	11.70333333	-\$10,935.78
MEDIANA	756	13.46	-\$12,668.00
VARIANZA	1833058.25	231.7707	115574325.2

5.3. Tabla no. 3. Comparación de ahorro energético y económico de 2016 y 2017 en Kw/hr, porcentaje y ahorro económico.



5.4. Grafica no. 3.- Grafica en la cual se señala el porcentaje de ahorro energético entre los dos sistemas de iluminación en la empresa automotriz.



5.5. Grafica no. 4.- Grafica en la cual se señala el ahorro energético entre 2016 y 2017, así como el ahorro económico entre ambos años.

VI DISCUSION

De acuerdo a la hipótesis planteada, la cual señala que “El cambio en los sistemas de iluminación de luces incandescentes normales por sistemas de iluminación de diodos emisores de luz (LED), trae consigo la reducción de consumo energético y un beneficio al medio ambiente natural” podemos concluir, que de acuerdo a los resultados obtenidos, si se presenta ahorro en el consumo energético, no con el ahorro esperado, ya que de acuerdo a la revisión de literatura, como lo establece (Santhosh Kumar *et al.*, 2015), el cual establece que los sistemas de alumbrado LED pueden generar un ahorro, de hasta un 50% en el consumo de energía, en comparación con otros sistemas de iluminación.

Por lo anteriormente descrito y de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis del consumo energético en este trabajo, solamente se tuvo en promedio en el ahorro de energético de 13.46%.

Por otro lado, realizando un análisis en el ahorro económico, se pudo observar que no hubo ahorro económico en el año 2017, por lo contrario hubo un incremento promedio de \$10,935.78.

Por lo anteriormente descrito la hipótesis mencionada, en cuanto al ahorro de consumo energético si se cumple.

VII CONCLUSIONES

Finalmente, como resultado de la investigación estadística no experimental presentada, es posible concluir que si existe una relación entre el nuevo sistema de iluminación y el ahorro de consumo de Kw/hr en el año 2017, debido, a que el nuevo sistema de iluminación a base de luz LED que fue implementado si ahorra más energía lo cual reduce el consumo energético mensual, pero el porcentaje de ahorro energético fue menor al esperado.

VIII RECOMENDACIONES

Se recomienda en general, que todos los comercios de este tipo, que tengan un alto consumo energético diario, opten por cambiar sus sistemas de iluminación incandescentes por sistemas de iluminación LED, ya que estos aparte de consumir menos energía, contribuyen al cuidado del medio ambiente.

Para el comercio a tratar, en particular, se recomienda seguir adelante con su nuevo sistema de iluminación a base de luces LED para seguir ahorrando energía, e implementar un sistema de generación de energía fotovoltaica para alimentar dicho sistema de iluminación, así se contribuye doblemente a el cuidado del medioambiente por el ahorro energético y por la implementación del sistema de generación de energía limpio y renovable, y aparte viene adjunto un ahorro económico para la empresa, ya que al generar su propia energía, los pagos mensuales a la empresa generadora de energía competente van a disminuir,

IX LITERATURA CITADA

- Alvarez, J. y F. Valencia 2015. "Made in Mexico: Energy Reform and Manufacturing Growth " International Monetary Fund Working Paper 15: 1-30.
- Bartlett-Díaz, M. y R. Vargas 2016. "Reforma energética: el poder duro y consensado para imponerla." Investigaciones geograficas 92: 291.
- Faranda, R., Ş. Guzzetti, C. LĂZĂROIU y S. Leva 2011. "LEDS LIGHTING: TWO CASE STUDIES." U.P.B. Sci. Bull 73: 199-210.
- Forbes 2014. "<https://www.forbes.com.mx/los-18-puntos-que-debes-saber-de-la-reforma-energetica/>."
- G. Hertwich, E., T. Gibon, E. A. Bouman, A. Arvesen, S. Suh, G. A. Heath, J. D. Bergesen, A. Ramirez, M. I. Vega y L. Shif 2014. "Integrated life-cycle assessment of electricity-supply scenarios confirms global environmental benefit of low-carbon technologies." PNAS 112: 6277–6282.
- Hall-Mitre, E. 2013. "La energia electrica, motor impulsor del desarrollo tecnologico." Prisma Tecnologico 4: 4-8.
- http://cefire.edu.gva.es/pluginfile.php/199806/mod_resource/content/0/contenidos/009/luminotecnia/31_tipos_de_lmparas.html.
- <http://saguerelectronica.webnode.cl/products/equivalencia-led-v-s-convencional/>.
- <http://time.com/3517011/thomas-edison/>.
- <http://www.alomar-energia.es/blog/comparativa-de-los-leds-smd-led-cob-y-led-alta-potencia/>.
- <http://www.emopagreen.com/comparativa%20halogeno%20led.html>.
- <http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2009/3/mercurio.pdf>.
- <http://www.iluminet.com/diodos-emisores-de-luz-de-alta-potencia-de-1w/>.
- <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/46.pdf>.
- <https://energy.gov/articles/history-light-bulb>.
- <https://energy.gov/eere/ssl/why-ssl>, O. o. E. E. R. E. "Why Solid-State Lighting."
- <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6891/Reforma%20Energetica%20y%20Contenido%20Local%20Minero%20%28Final%29.pdf?sequence=1>.
- <https://science.howstuffworks.com/environmental/green-tech/sustainable/led-light-bulb1.htm>.
- <https://tecnologiademontajesuperficial.es.tl/LED-SMD.htm>.
- <https://twenergy.com/a/diferencias-entre-bombillas-led-y-de-bajo-consumo-2491>.

- <https://twenergy.com/a/que-son-las-luces-led-1677>.
- <https://www.britannica.com/biography/Thomas-Edison>.
- <https://www.ecoluzled.com/content/8-que-consumo-tiene-una-bombilla-led>.
- https://www.ecured.cu/L%C3%A1mpara_fluorescente#L.C3.A1mparas_fluorescentes.
- <https://www.fi.edu/history-resources/edisons-lightbulb>.
- <https://www.livescience.com/43424-who-invented-the-light-bulb.html>.
- Jackson, M. 2012. "Research Report: LED Lighting." Woodside Capital Partners International: 2.
- Jindal, V. y A. Garg 2016. "A Review on Causes & Effects of Electrical Pollution." International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering 5: 5416-5420.
- K R, S., C. Pearl Kurian y S. G Kini 2012. "Solid State Lighting Reliability from Failure Mechanisms Perspective: A Review of Related Literature." International Journal of Semiconductor Science & Technology 3: 43-50.
- Laguna-Monroy, I. 2002. "La generación de energía eléctrica y el ambiente." Gaceta Ecológica 65: 53-62.
- Lino-Gamiño, J. A., S. López-Reyes, S. F. López-Jiménez y S. I. Ramírez-Cacho 2014. "LA REFORMA ENERGÉTICA Y SU IMPACTO EN UN ORGANISMO DESCENTRALIZADO EL CASO DE LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD." European Scientific Journal 10: 73-83.
- Merchand, M. A. 2015. "Estado y reforma energética en México." Revista Problemas del Desarrollo 186: 117-139.
- O'Connor, R. y L. Viscidi 2015. "La reforma energética en México: Cerrando la brecha de habilidades INFORME DE POLÍTICA ENERGÉTICA." Inter-American Dialogue <https://prealblogespanol.files.wordpress.com/2015/06/reforma-energ3a9tica-en-mc3a9xico-versic3b3n-2.pdf>: 1-11.
- Panwara, N. L., S. C. Kaushikb y S. Kotharia 2011. "Role of renewable energy sources in environmental protection: A review." Renewable and Sustainable Energy Reviews 15: 1513–1524.
- Philips 2010. "Soluciones LED, para crear lugares de trabajo estimulantes y ecológicos." https://m3db.files.wordpress.com/2015/06/philips_folleto_leds_en_oficinas.pdf.
- Primiceri, P. y P. Visconti 2017. "SOLAR-POWERED LED-BASED LIGHTING FACILITIES: AN OVERVIEW ON RECENT TECHNOLOGIES AND EMBEDDED IoT DEVICES TO OBTAIN WIRELESS CONTROL,

- ENERGY SAVINGS AND QUICK MAINTENANCE." ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences 12: 140-150.
- Santhosh Kumar, R., D. Prabu, S. Vijaya Rani y P. Venkatesh 2015. "Design and Implementation of an Automatic Solar Panel Based Led Street Lighting System Using Zigbee and Sensors." Middle-East Journal of Scientific Research 23: 573-579.
- Serrano-Tierz, A., A. Martínez-Iturbe, O. Guarddon-Muñoz y J. L. Santolaya-Sáenz 2015. "Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial: Un estudio de caso." DYNA 82: 231-239.
- Singh, S. N. 2012. "Optimization of Solar (PV) Home lighting in Literacy House with integration of LEDs and Social Impact in Indian Rural Society." International Journal of Scientific & Technology Research 1: 45-49.
- Vargas, R. 2015. "La Reforma Energética: a 20 años del tlcan." Revista Problemas del Desarrollo 180: 103-127.
- Zhou, Y. y N. Narendran 2005. "Photovoltaic-powered light-emittingdiode lighting systems." Optical Engineering 44: 111311-1-111311-6.