

CAMBIO DE LÁMPARAS FLUORESCENTES POR LUZ LED CON USO DE PANELES SOLARES EN UN ITS.

E.C. Ávila-Salomón¹, R.K. Martínez-Chong¹, P. López-Martínez¹, J.M. Mendoza-Rodríguez².

Resumen—Hace algunos años las lámparas fluorescentes habían sustituido a los focos de bombilla convencionales, en la actualidad las lámparas fluorescentes han sido sustituidas por lámparas de Diodo Emisor de Luz, esto es, debido al gran ahorro de energía que proporcionan a las industrias, hogares, instituciones, etc.

Hoy en día el uso de lámparas Diodo Emisor de Luz en compañía con Energía Renovable, ha beneficiado más. En el Instituto Tecnológico Superior de San Pedro de las Colonias se dio a la tarea de retirar las lámparas Fluorescentes para ser reemplazadas por iluminación de Diodos Emisor de luz e implementar Paneles Solares Fotovoltaicos en un edificio para analizar el ahorro de energía tomando como base 6 meses antes a la instalación y realizar una investigación con enfoque cuantitativo de los kilowatt hora consumidos antes y después de la instalación de la tecnología.

Así también el Tecnológico sigue trabajando para mantener las certificaciones en las Norma Internacional de Estandarización 14001:2015 “Sistema de Gestión Ambiental” e ISO 50001:2018 “Sistema de Gestión de Energía” y una de las actividades es el plan de manejo interno que se tiene para el manejo especial del los Residuos peligrosos donde el principal residuo eran las lámparas fluorescentes conforme a la normas Aplicables, con el objetivo de no contaminar el medio ambiente.

Palabras claves—Manejo especial, Lámparas Fluorescentes, LED, Paneles Solares Fotovoltaicos, Residuo Peligroso.

Abstract—A few years ago fluorescent lamps had replaced conventional bulb bulbs, nowadays fluorescent lamps have been replaced by Light Emitting Diode lamps, that is, due to the great energy savings they provide to industries, homes, institutions, etc.

Nowadays, the use of Light Emitting Diode lamps in company with Renewable Energy has benefited more. In the Superior Technological Institute of San Pedro de las Colonias, the task was to remove the Fluorescent lamps to be replaced by lighting of Light Emitting Diodes and implement Photovoltaic Solar Panels in a building to analyze the energy savings based on 6 months before installation and carry out a quantitative approach investigation of the kilowatt hours consumed before and after the installation of the technology.

Likewise, Tecnológico continues to work to maintain the certifications in the International Standardization Standard 14001: 2015 “Environmental Management System” and ISO 50001: 2018 “Energy Management System” and one of the activities is the internal management plan that is It has for the special handling of hazardous waste where the main waste was the fluorescent lamps according to the Applicable standards, with the aim of not contaminating the environment.

Keywords—Special handling, Fluorescent Lamps, LED, Photovoltaic Solar Panels, Hazardous Waste.

I. INTRODUCCIÓN

En 1896, Thomas Alva Edison, desarrolló su versión de lámpara fluorescente eléctrica, la cual catalogó como ineficiente a la vez que fue difícil de reproducir en serie. Luego en la década de 1920, la ineficiencia de las lámparas continuó debido a la falta del fósforo apropiado y de una fuente de radiación ultravioleta. Al comienzo de la década de 1930, se descubrieron fósforos que eran factibles y con el advenimiento de las lámparas de vapor de mercurio que resultaron ser una fuente eficiente de radiación ultravioleta [1].

Este tipo de lámparas hace tiempo sustituyeron a los focos de bombilla convencionales, en la actualidad están siendo reemplazadas por dos motivos, el primer se debe a “la contaminación por las lámparas fluorescentes que contienen mercurio, comienza cuando éstas son rotas o recolectadas por camiones no aptos para su transporte y luego depositadas en los rellenos sanitarios. Cuando los lixiviados se ponen en contacto con lámparas fluorescentes, estos se contaminan con mercurio (Hg). Luego los lixiviados, al infiltrarse en el suelo, son capaces de alcanzar aguas subterráneas, las cuales llegan a cursos de aguas superficiales; y luego el agua es ocupada para usos múltiples”[1].

El segundo motivo es por las lámparas de bajo consumo de energía como son las lámparas Diodo Emisor de Luz (LED), uno de los beneficios al usar esta tecnología es “Menor consumo de energía: Un LED demanda menos potencia para producir la misma cantidad de luz, por ejemplo, una bombilla incandescente de 100 W con filtro rojo produce 1 W de luz roja (como en un semáforo), mientras que para generar la misma cantidad de luz roja, un LED sólo requiere 12 W; es decir, tiene una mayor eficiencia energética” [2].

Son muchas ventajas el usar la tecnología como es mayor duración e iluminación con el LED en comparación

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Pedro, Calzada del Tecnológico #53, Col. El Tecnológico, C.P. 27800, San Pedro de las Colonias, Coahuila, México.

² Escuela de Bachilleres Agua Nueva, calzada Pedro G. Garza SN, Ing Aníbal Flores Neira, 27800 San Pedro, Coah.

* elsa.avila@sanpedro.edu.mx

con la tradicional [3].

En la actualidad la iluminación LED es importante pero si le completamos con energía solar por medio de paneles solares fotovoltaicos, se contribuye más al cuidado del medio ambiente con una mayor iluminación a un menor costo.

“La energía solar fotovoltaica (ESFV) constituye una fuente de energía renovable, la cual puede usarse en la generación de electricidad mediante el uso de paneles solares fotovoltaicos (PSFV) que convierten la radiación solar en electricidad, haciéndola aplicables a múltiples actividades de la vida” [4].

Los paneles solares son celdas fotovoltaicas individuales que toman la energía que proporciona el sol para después transformarla en electricidad. Este tipo de equipo especial son hechos de semiconductores como pueden ser el Silicio u otros semiconductores donde la función principal es transformar la luz llamada fotones en energía eléctrica como son los electrones. Las celdas fotovoltaicas son dispositivos formados por metales sensibles a la luz que desprenden electrones cuando los rayos de luz inciden sobre ellos, generando energía eléctrica [5].

El Instituto Tecnológico Superior de San Pedro de las Colonias (ITSSPC), se dio a la tarea de implementar con responsabilidad social esta tecnología, al retirar las lámparas fluorescentes y sustituirlas por tecnología LED, el beneficio es el gran ahorro de energía en comparación con las lámparas fluorescentes, ya que estas no utilizan sustancias químicas que contaminen al suelo y al instalar paneles solares en un edificio para reducir los costos de energía, con el objetivo de analizar el gasto de kilovatio hora (kWh) de un semestre de prueba, con una investigación con enfoque cuantitativo representada en gráficas y tablas. Con este tipo de cambios, el Instituto ha mantenido las certificaciones en las diferentes normas como la ISO 14001: 2015 “Sistema de Gestión Ambiental” [6] e ISO 50001:2018 “Sistema de Gestión de energía” [7] ya que ambas normas contribuyen con la sustentabilidad.

En el (ITSSPC), el principal objetivo es contribuir al cuidado del medio ambiente, a pesar del trabajo duro que cada día se presenta, también está interesado por contribuir con la sociedad, en la implementación del Sistema de Gestión Ambiental dándose a la tarea, de ir retirando las lámparas fluorescentes y supliendo por lámparas LED, al momento de ir cambiándolas se fueron guardando en el almacén no más de 6 meses con sus debidos cuidados para evitar que se quiebren y no tener contacto con el gas mercurio (Hg) para después enviarlas a la empresa donde se le da disposición final conforme a la legislación: Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) [8], Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

(LGPGR) [9] y Reglamento de Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGR)[10].

II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

La metodología utilizada en esta investigación fue por el método cualitativo y cuantitativo, primero se empezó por identificar de acuerdo a las características del tipo de residuos al que correspondía, es decir, residuo urbano, residuo peligroso o residuo de manejo especial. Las lámparas fluorescentes contienen cantidad de sustancias peligrosas como son Mercurio (Hg) y Helio (He) [11-12], principales elementos contaminantes y una vez identificado conforme a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente [8], Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos [9] y Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos [10], en el artículo 31 fracción VI como residuo peligroso, se tomaron medidas preventivas tanto en la instalación como en el mantenimiento de las mismas, así también en el artículo 56, nos indica que no se deben almacenar más de 6 meses [10]. Es por ello que se desarrollo e implemento un plan de manejo y disposición interna en la Institución, donde se da cumplimiento a toda la legislación aplicable.

En este plan de manejo y disposición, se empezó a recolectar lámparas fluorescentes conforme terminaba su vida útil, diseñándose un espacio en el almacén donde se resguarda material de jardinería, maquinaria, material de limpieza, tambores, guitarras, bancos en mal estado, archiveros, computadoras obsoletos, etc.

Aunado a todo este material y/o equipo, se selecciono un espacio para colocar las lámparas fluorescentes utilizandolo como almacén temporal, marcando con línea roja y utilizando unos contenedores azules adecuados para recolectar las lámparas que llegaran a su vida final así como se muestra en la figura I, donde el personal de mantenimiento es el responsable del almacenaje adecuado y de llevar un registro del control de entrada y salida del residuo [8-9].



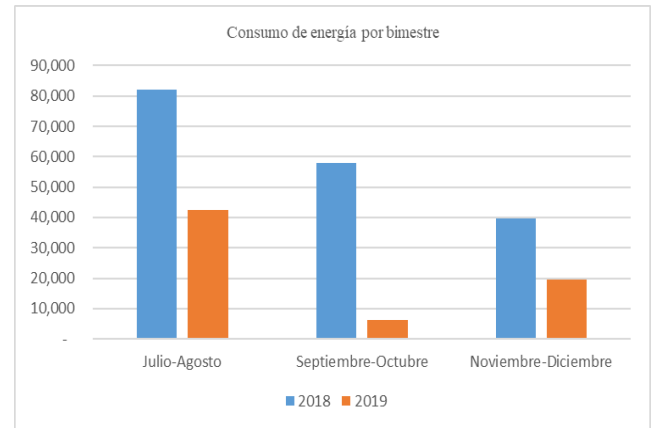
Figura1. Almacenamiento y resguardo

Una vez que se estableció el lugar adecuado con suficiente ventilación, se contrato una empresa especializada que cumpliera con todos los registros ante la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para que se recibiera el residuo peligroso. El Tecnológico comprometido con el medio ambiente apporto la cantidad de \$15 (Quince pesos M/N 00/100) por lámpara y llego a pagar como maximo hasta \$2,000 (Dos mil pesos M/N 00/100) semestrales, aproximadamente para que se le diera el tratamiento adecuado y así la empresa comprometida entregará el manifiesto de las lámparas para su disposición final.

En la actualidad las lámparas fluorescentes fueron reemplazadas y el espacio donde se recolectaban, se quedo disponible de manera permanente para reunir las lámparas LED, cabe mencionar que el gasto de inversión por el proceso de tratamiento solo se aplico una sola vez por el ITSSPC ya que aun no tiene definida alguna fecha para homologar el uso de lámparas Diodo Emisor de Luz, ni el monto a pagar por los servicios de la diposición final de los residuos tóxicos.

El ITSSPC tiene dos edificios A y B, el año pasado el área de administración tomó la desición de instalar Paneles Solares Fotovoltaicos, en el edificio B, con el objetivo de evaluar el ahorro de energía en kWh y contribuir en la mejora continua de las ventajas ambientales que supone la iluminación industrial basada en tecnología LED y mantener las certificaciones en la ISO 14001 y 50001 [11-12].

Una vez instalados los PSFV, se tomó como base las lecturas de consumo de los recibos bimestrales, haciendo un análisis comparativo del año 2018 y 2019, las cuales se muestran en la siguiente gráfica I [13].



En la siguiente tabla I muestra los resultados del ahorro de energía que se obtuvieron durante el periodo reportado. En la cual se puede apreciar el ahorro logrado durante los primeros 6 meses de prueba [13-14].

TABLA I.
AHORRO DE ENERGÍA Y MONETARIO

Bimestre	Ahorro en kWh	Ahorro Monetario
Julio-Agosto	39,370	\$80,628
Septiembre-Octubre	51,542	\$160,634
Noviembre-Diciembre	20,318	\$78,172
Total	111,230	\$319,434

En esta Tabla I muestra el ahorro de energía en kWh y el ahorro monetario bimestral considerando los datos obtenidos en los años 2018 y 2019, tomando en cuenta que los paneles se instalaron a mediados de junio del año 2019, por esta razón solo se tenía como referencia de análisis 6 meses, es importante mencionar que no se va a tener una utilidad inmediata ya que se tiene proyectada la recuperación de la Inversión en los proximos 4 años aproximadamente, el cálculo de este tiempo es tomando en cuenta por el monto de la inversión de \$1,300,000 M.N por compra de paneles solares y equipamiento necesario vs con el ahorro reflejado en la Tabla 1 [13-14].

Gráfica I. Mediciones de los años 2018 y 2019.

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} \tag{1}$$

$$\bar{X} = \frac{111,230}{3} = 37,076.66$$

$$y = a + bx \tag{2}$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum y)(\sum x)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{\sum y}{n} - b \frac{\sum x}{n}$$

$$y = 50,957.44 - 3,965.94x$$

En la ecuación 1, se realiza el promedio de ahorro de energía por bimestre, que el instituto ha logrado optimizar.

En la ecuación 2, se puede pronosticar por medio de la ecuación de tendencia, el ahorro de energía del bimestre correspondiente al mes Enero y Febrero del 2020 [13-14].

III. RESULTADOS

En base a los valores de la institución se opto por retirar las lámparas con contenido de Hg, conocidas como Fluorescentes, con la finalidad de contribuir a mejorar el medio ambiente, en base las Normas 14001:2015 y 50001:2018. Aundado al cambio de las lámparas se procedio a la instalación de PSFV obteniendo excelentes resultados, derivado del análisis de las gráficas y tablas mostradas se concluye que apartir de la instalación de los PSFV, se obtuvo un ahorro de energía promedio de 37,076.66 kWh por bimestre.

Tomando como referencia los 6 meses que tiene operando los PSFV en el edificio B.

Utilizando la formula de la ecuación 2 podemos estimar el ahorro de energía del bimestre enero-febrero de 35,093.68 kWh [11-12].

IV. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

La instalacion de los PSFV, ha permitito un menor consumo de energía representado en los kWh, en estos 6 meses de prueba, el promedio de ahorro es de 37,076.66 kWh, pero se recomienda desarrollar un inventario de residuos peligroso mensualmente si llegaran a quedar después de los cambios de lámparas fluorescentes y utilizar ese espacio para resguardar las lámparas LED, con su debido control de entrada y salida, así también mejorar el plan de manejo establecido.

Otros de los puntos importantes es seguir con una bitáctora para los registro de las nuevas lecturas de los 6 meses restantes y presentar la información al personal del instituto para que se tenga el conocimiento de todas las mejoras que ha desarrollado la institución.

Como lo es cuidando al medio ambiente y concientizando a los clientes para que lo pongan en práctica, en sus hogares para contribuir en el cuidado de nuestros recursos naturales, así también mencionar que hay mucha variación de los meses por ejemplo se observa que en el mes de diciembre en el cual existe un receso académico tanto de alumnos como de personal y los consumos son bajos, pero a pesar de eso aún se tiene un

ahorro inferior en comparación con los demás meses.

Por ultimo, se recomienda instalar PSFV en el edificio A, para seguir optimizando kWh.

V. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Tecnológico Superior de San Pedro de las Colonias, por facilitar el trabajo académico en el Sistema de Gestión Ambiental y de Energía, que fueron el sustento para este estudio, al Jefe de Recursos Materiales, el Ing. Jaime Esquivel, Gabriel de Jesús Rodríguez Guerrero y al Director General el Ing. Rodolfo Gerardo López Muñiz por las facilidades y atenciones prestadas para eficientar los resultados de este trabajo de investigación.

VI. APÉNDICES

TABLA II. CÁLCULO DE LA ECUACIÓN

Bimestre	x	y=kw-H	xy	x ²
Julio-Agosto	1	39,370	39,370	1
Septiembre-Octubre	2	51,542	103,084	4
Noviembre-Diciembre	3	20,318	60,954	9
	6	111,230	203,408	14

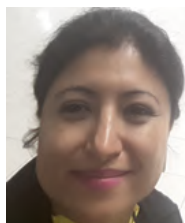
En la tabla II, se desarrollan los cálculos para llegar a obtener la ecuación de tendencia.

VII. REFERENCIAS

- [1] José M. M.; Samuel M. G. y John H.M. (2014), "Análisis del tratamiento actual de las lámparas fluorescentes, nivel de contaminantes y disposición final" Colección investigaciones de la Universidad Tecnológica del Salvador, p.12.
- [2] Victor F. R.; Hugo C.G. y José Ch. O. (2010), "Aplicaciones de Iluminación con LEDs", Scientia Et Technica, Vol. XVI, p. 14.
- [3] Ana S.T.; Abelardo M. I; Oscar G. M. y José Luis S.S (2015), "Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial: Un estudio de caso" Universidad Nacional de Colombia, p. 231.
- [4] Gustavo, A. C. (2016), "La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica", Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 17, p. 1.
- [5] Raymond Ch. (2013). *Química*, 10a ed., Mc. Graw-Hill.p. 272.
- [6] Sistema de Gestión Ambiental, ISO 14001: 2015 recuperado el 2 de enero 2020 sgc.itmexicali.edu.mx/formatos/DOCUMENTOS%20EXTERNOS%20OK/Norma%20ISO%2014001_2015%20ISO_14001_2015%20Requisitos.PDF
- [7] Sistema de Gestión de Energía, ISO 50001:2018 recuperado el 2 de enero 2020 www.itvalledelguadiana.edu.mx/ftp/Normas%20ISO/ISO%2050001-2015%20Sistemas%20de%20Gestión%20de%20la%20Energía.pdf

- [8] Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, DOF recuperado el 2 de enero 2020 de la cámara de diputados www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf
- [9] Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, DOF recuperado el 2 de enero 2020 de la cámara de diputados www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf
- [10] Reglamento de Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, DOF recuperado el 2 de enero 2020 de la cámara de diputados, www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf
- [11] Alan Sh.; Sharon J. y Leonard R. (2010). *Concepto Básicos de Química*, 9a ed. Ed. Patria p. 89.
- [12] Spencer N.; Bodner G. y Rickard L. (2000). *Química*, 1ª ed. Ed. Continental p. 19.
- [13] Walpore, R. E; Raymond H.M; Sharon L. M. y Keying Ye. (2007). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*, 8ª ed., Ed. Pearson Educación p. 232.
- [14] Gutierrez, H. y de la Vara R. (2012). *Análisis y Diseño de Experimentos*, 3a ed., Ed. Mc Graw Hill pp. 300-3001.

VIII. BIOGRAFÍA



Ávila Salomón Elsa Carolina. San Pedro de las Colonias Coahuila, 16 de enero de 1979. Maestría en Administración de Seguridad e Higiene, Salud Ocupacional y Ecología, Universidad Autónoma de Coahuila. Torreón Coahuila. 2012. Ingeniero Químico. Instituto Tecnológico de La Laguna. Torreón, Coahuila. 2001. Diplomado en Docencia Universidad Autónoma de La Laguna. Torreón Coahuila. 2005. Diplomado en Competencias Docentes Básicas en el Nivel Superior. Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica. Santiago de Querétaro, Querétaro. 2008. Diplomado en Energías Renovables impartido por el Tecnológico Nacional de México campus Laguna, Diplomado en Presupuesto Basado en Resultados 2019, Reconocimiento como Perfil Prodep. Auditor Líder en el Sistema Integral (Calidad, Ambiental y OSHAS). WORLD REGISTER O.C. México D.F. 2014. Capacitación en la norma 50001:2018 Sistema de Gestión de Energía. Participación como auditor interno en el sistema de Gestión Integral modalidad autorías cruzadas en la Ciudad de Monclova, Coahuila en octubre 2019. Curso de Auditor Líder en las Normas (Calidad, Ambiental, Seguridad y Energía). Ella actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de San Pedro de las Colonias, en la Ciudad de San Pedro de las Colonias Coahuila, México. Maestro de tiempo completo, pertenece a la Academia de Ciencias Básicas, colaborador en el Área de Innovación, Coordinadora de la Implementación del Sistema de Gestión Ambiental de la Norma ISO 14001, en el punto 4.4.6 Control Operacional y 4.4.7 Respuesta ante Emergencia en la Institución. Titular en las asignaturas de Química, Estadística Inferencial II, Administración de la Salud y Seguridad Ocupacional, Propiedad de los Materiales, Probabilidad y Estadística. Líneas de Investigación de interés: Química, Seguridad e Higiene y/o Desarrollo Sustentable.

Miembro activo de la Red de Cultura Científica y de la Innovación.



Martínez Chong Rafael Kon. Torreón Coahuila, 17 de febrero de 1982, Doctorado en Administración estratégica por el Instituto Internacional y de Administración Estratégica en la ciudad de Torreón Coahuila en el año 2019.

El actualmente trabaja como Docente en la carrera de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México campus San Pedro, ubicado en San Pedro de las Colonias Coahuila, México.



López Martínez Pablo. San Pedro de las Colonias Coahuila, 28 de Abril de 1970. Maestría en Derecho laboral, Instituto de Posgrados en Humanidades A.C. Torreón Coahuila 2017. Licenciado En Derecho. Universidad Autónoma de Coahuila Torreón, Coahuila. 2001.

El actualmente labora en el Tecnológico Nacional de México campus San Pedro, en la Ciudad de San Pedro de las Colonias Coahuila, México. Maestro de tiempo completo, pertenece a la academia de Ingeniería en Gestión Empresarial, colaborador del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2015, brigada de Combate de incendios en la Institución. Titular en las asignaturas de Derecho Laboral, Marco Legal de las Organizaciones, Fundamentos de Derecho, Taller de Ética.



Mendoza Rodríguez José Martín. San Pedro de las Colonias Coahuila, 25 de Febrero de 1964. Maestría en Matemática Educativa, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo Coahuila 2010. Ingeniero Industrial en Producción, Instituto Tecnológico Superior de Saltillo 1987. Diplomado en competencias docentes de medio Superior.

El actualmente labora en la Escuela de Bachilleres Agua Nueva de la Universidad Autónoma de Coahuila. Titular en las asignaturas Matemáticas I, Matemáticas II, Matemáticas III, Matemáticas IV, Física I, Física II, Inglés I e Inglés II.