

# Energías limpias y sustentables por medio de paneles solares fotovoltaicos instalados en un ITS. Estudio de caso

E. C. Avila-Salomón<sup>1</sup>, E. O. Rosas-Meza<sup>1</sup>, R.K. Martínez-Chong<sup>1</sup>, R.G. García-Ramírez<sup>2</sup>

**Resumen**—En la actualidad la instalación de paneles solares acompañado con iluminación de lámparas de diodo emisor de luz, ha reducido los altos consumos de energía y además le suma a las energías limpias y sustentables.

El Instituto Tecnológico Superior de San Pedro de las Colonias, a mediados del 2018 empezaron por el retiro poco a poco de las lámparas fluorescentes ya que eran residuos de manejo especial por el contenido de mercurio y se fueron sustituyéndolas por lámparas de diodo emisor de luz y así al poco tiempo se trabajó en conjunto con la implementación de Paneles Solares Fotovoltaicos. La metodología es cuantitativa y cualitativa, el alcance del estudio consiste en la elaboración de un análisis comparativo del consumo de energía en kilovatios por hora representado en gráficas de los años 2018, 2019 y 2020, respectivamente, obteniendo como resultados un estudio estadístico de la información sobre reducción de energía. A partir de que se instalaron los paneles solares fotovoltaico, se ha obtenido reducción en promedio de 18,533.33 en el año de 2019 y 23,853.33 para el año 2020 en kilovatios por hora, el instituto ha contribuido en el cuidado del medio ambiente instando tecnología a base de energías limpias, además de reducir drásticamente el consumo de energía en kilovatios por hora se ha aplicado la norma 14001 "Sistema de Gestión Ambiental y la norma 50001 "Sistema de Gestión de energía".

**Palabras claves**—Análisis, diodo, energía, kilovatios, paneles.

**Abstract**—At present, the installation of solar panels accompanied by illumination of light-emitting diode lamps, has reduced high energy consumption.

The Higher Technological Institute of San Pedro de las Colonias, in mid-2018 began to gradually withdraw fluorescent lamps since they were waste of special handling due to the mercury content, but they were replaced by light-emitting diode lamps and Shortly afterwards, they worked together for the implementation of Photovoltaic Solar Panels.

The methodology is quantitative and qualitative, the scope of the study consists of the elaboration of a comparative analysis of the energy consumption in kilowatt hours

represented in graphs of the years 2018, 2019 and 2020, respectively, obtaining as results a statistical study of the information on energy reduction.

Since the photovoltaic solar panels were installed, an average reduction of 18,533.33 has been obtained in the year of 2019 and 23,853.33 for the year 2020 in kilowatt hours, the institute has contributed to the care of the environment by urging technology based on clean energies, in addition to drastically reducing energy consumption in kilowatt hours, standard 14001 "Environmental Management System" and standard 50001 "Energy Management System" are being applied.

**Keywords**— Analysis, diode, power, kilowatts, panels.

## I. INTRODUCCIÓN

Las lámparas fluorescentes denominadas en el comercio tubos fluorescentes. Consisten en unos tubos de vidrio con dos electrodos en sus extremos, en cuyo interior hay pequeñas cantidades de argón 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 [1].

Este tipo de lámparas, hace tiempo sustituyeron a los focos de bombilla convencionales, en la actualidad han sido 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" [2]. 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

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Chontalpa, Carretera Nacajuca - Jalpa de Mendez Km. 0+800, Ejido Rivera Alta, 86220 Tabasco, Villahermosa. [elsa.avila@tecsanpedro.edu.mx](mailto:elsa.avila@tecsanpedro.edu.mx)

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico Superior de San Pedro de las Colonias, Calle del Tecnológico #53, colonia el Tecnológico, 27800, San Pedro de las Colonias, Coahuila, México.

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” [3].

Los diodos emisores de luz (LEDs) tienen un potencial alto para usarse como fuente de luz en la micropropagación (Loberant y Altman, 2010). Sus ventajas son la conversión eficiente de energía, su volumen pequeño, una vida más larga, la emisión de radiación de longitudes de onda específicas, que permiten eficientizar la fotosíntesis (Araujo et al., 2009) y ajustar la intensidad/calidad de luz; además, sus emisiones térmicas y sus costos de mantenimiento son bajos y protegen el ambiente al disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> (Lee et al., 2010) [4].

En la actualidad las lámparas fluorescentes fueron reemplazadas y el espacio donde se recolectaban, se quedó disponible de manera permanente para reunir las lámparas LEDs, cabe mencionar que el gasto de inversión por el proceso de tratamiento solo se aplicó una sola vez por el ITSSPC y fue para lámparas fluorescentes, en la actualidad se conversa el espacio para homologar e utilizarlo para resguardo o para su disposición final de los residuos tóxicos [5]].

Las lámparas LEDs en conjunto con paneles solares fotovoltaicos ayudaron más a la reducción de energía en kWh.

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 [5], [4].

Así teniendo al sol como principal fuente de energía de nuestro planeta, que dicha energía se utiliza por la naturaleza en todos sus procesos, es lógico se apliquen soluciones con la colocación de los paneles solares constituidos por celdas fotovoltaicas, para de manera eficiente transformar la radiación solar en energía eléctrica [6].

Los paneles solares se fabrican hoy en formato de módulos independientes grandes y pequeños, lo cual hace altamente aplicables sus usos según el caso sea en campos abiertos, azoteas o pequeños techos de industrias o edificios de oficinas incluso, y con un mantenimiento mínimo y poco

exigente es además tecnología limpia no contamina, no emite humo, no emite CO<sub>2</sub>, no emite gases de efecto negativos [7].

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 [8]. Están formados por celdas hechas a base de silicio puro con adición de impurezas de ciertos elementos químicos, siendo capaces de generar cada una de 2 a 4 Amperios, a un voltaje de 0.46 a 0.48 Voltios. Los paneles se colocan en serie para conseguir un voltaje adecuado a la aplicación eléctrica en cuestión o demandada; entonces los paneles capturan la energía solar transformándola directamente en eléctrica en forma de corriente continua, que se almacena en acumuladores, para que pueda ser utilizada fuera de las horas de luz. Los módulos fotovoltaicos admiten tanto radiación directa como difusa, pudiendo generar energía eléctrica incluso en días nublados [9].

De las tecnologías solares, la fotovoltaica es en la actualidad la que tiene el más rápido crecimiento a nivel mundial [10].

Los paneles solares fotovoltaicos han apoyado en la reducción de energía en kilovatios hora, ya que ha reducido más del 60%, anteriormente los consumos eran muy altos y a raíz de la implementación de la tecnología los recibos son pagados con menor cantidad, además que son energías limpias y sustentables.

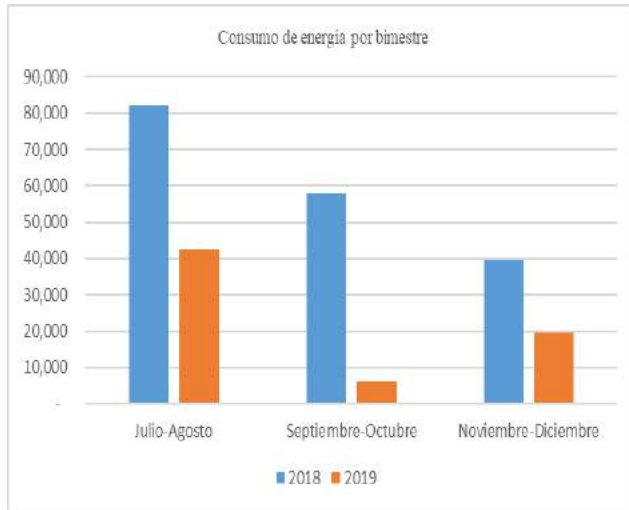
## II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

La metodología utilizada en esta investigación fue por el método cualitativo y cuantitativo, primero se fueron retirando las lámparas fluorescentes para cambiarlas por lámparas LED y al poco tiempo la instalación de paneles solares en dos edificios A y B.

En julio del 2018 se instalaron los PSFV y fue entonces cuando se empezó hacer el análisis sobre los consumos de energía, se tomaron como referencia 6 meses antes de la instalación de la tecnología y se comparó con los años 2019 y 2020 ya que en estos años ya se tenían resultados de bajos consumos en kWh, con el objetivo de comprobar la reducción de energía plasmados en los recibos de comisión federal de electricidad.

En la siguiente gráfica muestra los consumos en kilovatios hora (kWh) del año 2018 y 2019 se observa la diferencia bimestral representada en el histograma.

Gráfica I. Consumos de energía de los años 2018 y 2019.



En la gráfica I, muestra de manera bimestral los años 2018 y 2019, esta fue la primera grafica que se obtuvo y se observaba un gran ahorro de energía en kWh.

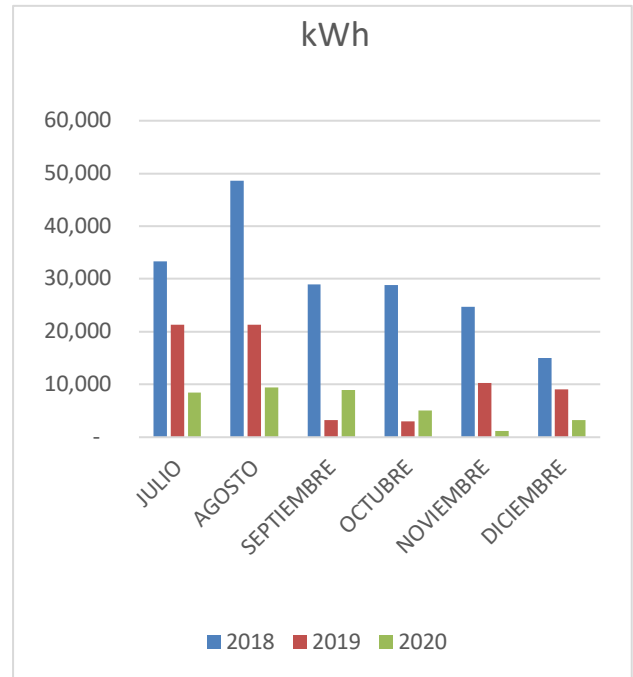
Tabla 1. Consumos de energía en kWh.

Mes	kWh		
	2018	2019	2020
JULIO	33,372	21,297	8,438
AGOSTO	48,587	21,292	9,465
SEPTIEMBRE	28,990	3,305	8,984
OCTUBRE	28,863	3,006	5,046
NOVIEMBRE	24,769	10,316	1,229
DICIEMBRE	14,974	9,109	3,273

En la tabla I, muestra los consumos de energía en kWh de los años 2018, 2019 y 2020. En las cuales observamos que hay reducción de energía de julio a diciembre en los años 2019 y 2020, en este último año también se debió a que incluye los meses de pandemia donde los edificios no estaban operando al 100% [6].

Las instalaciones de paneles solares fueron en el año 2018 en el mes de julio, por ello se realizó una comparación de

julio a diciembre. Con ello podemos observar la gran reducción de años consecutivos.



Gráfica II. Consumos de energía de los años 2018, 2019 y 2020.

En la tabla II, se muestra los consumos de los años 2018, 2019 y 2020 de julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, esto es debido a que los recibos de medición se obtienen de manera mensual.

Es importante mencionar que la gráfica representada en histograma de la barra de color verde muestra gran disminución, pero también el bajo consumo se debió por la inactividad de las aulas y laboratorio por la pandemia, ya que solo trabajaban personal administrativo y algunas oficinas de personal docentes, la mayor actividad fue virtual donde los alumnos tomaban sus clases de manera virtual desde sus hogares.

### III. RESULTADOS

La sustitución de lámparas fluorescentes por LED fue de poco a poco, ya que se tenía aproximadamente un inventario de 200 piezas. Con este cambio se empezó a contribuir con el cuidado del medio ambiente y después la instalación de PSFV se le aporta a las energías limpias y sustentables.

La energía representada en los kWh, en los 6 meses de prueba del año 2018, el promedio de ahorro es de 18,533.33

en el año de 2019 y 23,853.33 para el año 2020, respectivamente ha demostrado gran eficiencia en los PSFV.

Se siguen obteniendo bajos consumos en comparación con 2018, pero también se debe a la difusión de cuidar la energía apagando la luz si no es necesario, en el año 2019 cada docente tenía que apagar todo lo que utilizaba en el salón de clases como responsable entre otras actividades donde se involucraban tanto administrativos como alumnos.

En la ecuación 1, se realiza el promedio de ahorro de energía por mes del año 2019, que el instituto ha logrado optimizar.

En la ecuación 2 se puede pronosticar por medio de la ecuación de tendencia, el ahorro de energía para los meses enero y febrero del 2020.

$$\bar{x} = \frac{\sum 111,230}{6} = 18,538,33 \quad (1)$$

$$y = a + bx$$

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

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

$$y = 25,478.72 - 1,982.97x \quad (2)$$

En la ecuación 2, se puede pronosticar por medio de la ecuación de tendencia, el ahorro de energía para los meses enero y febrero del 2020 [11-12].

Utilizando la fórmula de la ecuación 2 podemos estimar el ahorro de energía del mes de enero de 13,580.9 y febrero de 11,597.93 kWh [11-12].

Los datos del registro de enero y febrero de 2020 si se cumplió con el ahorro proyectado utilizando esta fórmula 2.

#### IV. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Las certificaciones con las que cuenta la Institución han ayudado a buscar estrategias para cuidar el medio ambiente, aunque se hace otro tipo de actividades como la clasificación de la basura, reducción de residuos peligrosos, etc.

La instalación de los PSFV ha sido de gran impacto social, ambiental y económico, esta investigación ha permitido un menor ahorro económico y gran apoyo ambiental.

Tanto por deterioro ambiental como por efectos del calentamiento global, es necesario modificar el desarrollo urbano. Así, surge la necesidad de promover políticas públicas y una planificación organizada que incluya conceptos del aprovisionamiento energético o energías limpias.

También 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 LEDs, 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 bitácora para los registros de las nuevas lecturas para 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 el cuidado de la energía para contribuir con los 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.

#### 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 Muñoz por las facilidades y atenciones prestadas para eficientar los resultados de este trabajo de investigación. Así también al equipo de trabajo del cuerpo académico, el Ing. Rafael Kon Martínez Chong, Ing. Edgar Osvaldo Rosas Mesa y la Ing. Rocio Guadalupe García Ramírez del Tecnológico de Chontalpa.

#### VI. REFERENCIAS

[1] [https://www.ecured.cu/L%C3%A1mpara\\_fluorescente](https://www.ecured.cu/L%C3%A1mpara_fluorescente)

- [2] 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.
- [3] Murillo, T.; Martha M.; Pedraza, S.; Martha E. (2016). "CALIDAD DE LUZ LED Y DESARROLLO" *Agrociencia*, vol. 50, núm. 8, pp. 1065-1080
- [4] Arencibia, C. G. (2016). "La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica REDVET". *Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. 17, núm. 9, pp. 1-4
- [5] Estrada. G. (2013). "Transición energética, energías renovables y energía solar de potencia" *Revista Mexicana de Física*, vol. 59, núm. 2, octubre, pp. 75-84
- [6] Vidmar, R. J. (1992, Aug.). On the use of atmospheric plasmas as electromagnetic reflectors. *IEEE Trans. Plasma Sci.* [en línea]. 21(3), pp. 876-880. Disponible en: <http://www.halcyon.com/pub/journals/21ps03-vidmar>
- [6] Camilo, A. B.; Roberto B. (2010), *Energía del sol*, [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61\\_2/PDF/EnergiaSol.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61_2/PDF/EnergiaSol.pdf)
- [7] Salamanca, A. S. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. *Revista Científica*, 30 (3), 263-277. Doi: <https://doi.org/10.14483/23448350.12213>
- [8] 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.
- [9] Raymond Ch. (2013). *Química*, 10a ed., Mc. Graw-Hill.p. 272.
- [10] Sistema de Gestión Ambiental, ISO 14001: 2015 recuperado el 2 de enero 2020 [sgc.itmexicali.edu.mx/formatos/DOCUMENTOS%20EXTERNOS%20OOK/Norma%20ISO%2014001\\_2015%20ISO\\_14001\\_2015%20Requisitos.PDF](http://sgc.itmexicali.edu.mx/formatos/DOCUMENTOS%20EXTERNOS%20OOK/Norma%20ISO%2014001_2015%20ISO_14001_2015%20Requisitos.PDF)
- [11] 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.
- [12] Gutiérrez, H. y de la Vara R. (2012). *Análisis y Diseño de Experimentos*, 3a ed., Ed. Mc Graw Hill pp. 300-3001.

## VII. 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, Diplomado en Análisis de

información Geoespacial por competencias y a distancia. Reconocimiento al 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 44.6 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, 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.



**Rosas Meza Edgar Osvaldo,** San Pedro de las Colonias Coahuila, 30 de enero de 1976. Maestría en Administración, Universidad Autónoma de Coahuila, Torreón Coahuila 2017, Ingeniero Industrial en Producción, Instituto Tecnológico de la Laguna 2001, líder de grupo de manufactura en la empresa Master Trim de México 2006, supervisor de la línea automotriz en la empresa Liga Mayor de Fco. I. Madero, Coahuila 2007, supervisor de producción en la empresa autosistemas de San Pedro, 2002, supervisor de producción en la empresa Vf Knitwear 2001, analista de productividad en la empresa Hanes-Pirntables, 2000.

Él cuenta con la constancia del Marco de Referencia de Ingenierías 2018 en el Contexto Internacional (CACEI), reconocimiento por el taller Yo Emprendo, Diplomado para la Formación y Desarrollo de Competencias Docentes, ha fungido como asesor de proyectos de innovación como Eco-Jab, LocaBoys, TecMarker, Reconocimiento por el curso Sistema de Calidad integrado, Diseño de Rubricas para Programas por Competencias Profesionales, Uso y Manejo del Robot Fanuc E IRB 120 IC. Merito Docente por el Evento de CIESLAG en el año 2013, certificación de Solidworks Associate-Mechanical Design en el año 2014.

El actualmente es Docente en el Instituto Tecnológico Superior de San Pedro de las Colonias. Titular en las asignaturas de Fundamentos de Investigación, Estudio del Trabajo I, Estudio del Trabajo II, Ergonomía, Higiene y Seguridad, Administración de Operaciones I, Administración de Operaciones II, Sistemas de Manufactura, Medición y Mejoramiento de la Productividad, y Temáticas selectas de Ingeniería Industrial.



**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.



**García Ramírez Rocio Guadalupe**, mexicana, originaria de Jalpa de Méndez, municipio del estado de Tabasco; nació el 12 de diciembre de 1989. Actualmente tiene 31 años.

Es egresada de la licenciatura en Ingeniería Petrolera con especialidad en Perforación direccional, del Instituto Tecnológico de la Chontalpa, en Nacajuca, Tabasco; posteriormente, realizó los estudios de maestría

en Ciencias en Geofísica, en la Universidad de Guadalajara, Campus Centro Universitario de la Costa, ubicada en Puerto Vallarta Jalisco; donde desarrolló su tesis de grado con el título ESTUDIO GEOFÍSICO DEL CONTACTO FOSA MESOAMERICANA – PLACA DE RIVERA SUR.

Participó en la Reunión Anual de la Unión Geofísica Mexicana (RAUGM) en donde tuvo participación presentando su trabajo titulado “Estructura Cortical de la Litósfera del Contacto Fosa Mesoamericana – Placa de Rivera Sur (Línea TS01, Proyecto TsuJal)”.

En junio de 2018 asistió al Capítulo Estudiantil de la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (AMGE-UJAT 2018) donde presentó a los asistentes el trabajo: “Procesamiento de datos de Sísmica Multicanal”.

Además de esto cuenta con formación como Técnico en Enfermería Auxiliar y Técnico Básico en Gestión del Riesgo.

Hoy en día, su vida se enfoca a la enseñanza de nivel superior, en la institución que la formó y de la cual es alumna fundadora, el Tecnológico de la Chontalpa, perteneciente al Tecnológico Nacional de México, en donde con pasión y entrega transmite sus conocimientos a las nuevas generaciones de ingenieros e ingenieras del campo de las ciencias de la tierra, específicamente a estudiantes de Ingeniería Petrolera y Geociencias. Además de esto, funge como responsable del Sistema de Gestión Ambiental y Encargada de los Laboratorios de dicha institución.