

**Universidad Sostenible y Resiliente: “Estrategias para la erradicación del Mercurio, Eficiencia Energética y la Mitigación del Cambio Climático”**

# Universidad Sostenible y Resiliente: “Estrategias para la erradicación del Mercurio, Eficiencia Energética y la Mitigación del Cambio Climático”

1

Izarely Rosillo Pantoja

## Resumen

La sustitución de tecnologías es una obligación inminente, no solo para el cumplimiento de la legislación nacional y los tratados internacionales, sino para fomentar que las instituciones educativas en su calidad de garantes de una democracia sustancial y el fortalecimiento del Estado de Derecho, deban consolidar acciones para contribuir como sociedad e impulsores del cambio, en la erradicación del uso del mercurio, la generación de gases con efecto invernadero, la sustitución de tecnologías para lograr eficiencia energética.

En este sentido, como miembros de la comunidad universitaria, proponemos a la sociedad, a través del ejemplo y cambio de conductas, prácticas consistentes en el análisis de impactos ambientales generados desde el centro universitario y su comunidad, para propiciar el cambio de paradigmas con beneficios cuantitativos y cualitativos, desde la perspectiva ambiental, social y económica. Esta propuesta incide en la reducción de la huella ecológica, disminución de gastos en energía eléctrica con alto impacto social y acciones que permitirán construir una plataforma para que la Universidad Autónoma de Querétaro, logre ser considerada UNIVERSIDAD SOSTENIBLE Y RESILIENTE.

Palabras clave: *Huella Ecológica, Energía Eléctrica, Cambio Climático, Universidad Sustentable*

## Abstract

The technology substitution is a impending obligation, not only for the observance of national legislation and international treaties but to foster that the educational institutions in their quality as guarantors of a substantial democracy and the strengthening of Rule of Law, must consolidate actions to contribute as a society and drivers for change, on eradication of the mercury use, the generation of greenhouse gases, the replacement of technologies to achieve energy efficiency.

In this regard, as member of the university community, we propose to the society, through example and behavior change, consistent practices in the analysis of environmental impacts generated from the University Center and its community, to promote the change of paradigms with quantitative and qualitative benefits, from the environmental, social, and economic perspective. This proposal has an impact on the ecological footprint reduction, the decreases in electric energy expenses with high social impact and actions that will allow the construction of a platform for the Autonomous University of Queretaro so it can be considered a SUSTAINABLE AND RESILIENT UNIVERSITY.

Key words: *Ecological footprint, electric energy, climate change, sustainable university*

---

<sup>1</sup> Querétaro, México. Dra. Izarely Rosillo Pantoja docente de la Facultad de Derecho de la Universidad Autónoma de Querétaro Teléfono: (+51) 4422 37 96 07. Email: izarelyrosillo@gmail.com.

## Introducción

El cambio climático, el uso del mercurio y la necesidad de contar con esquemas de eficiencia energética, se han convertido en temas vinculantes, interdisciplinarios y transversales de la Política Ambiental mexicana. La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en sus numerales 1º, 4º y 25 refieren la protección del derecho humano a un medio ambiente sano, el modelo económico imperante que debe aplicarse en nuestro país y la obligación de proteger, garantizar y en su caso reparar el daño a los derechos humanos. Por lo que respecta a la extracción y uso del mercurio, se hace evidente que desde el siglo XX la mayoría de la acumulación de contaminantes fue originada en países desarrollados.

En 1993 y 1998, aumentó debido a la combustión de carbón, minería y amalgamación de minerales preciosos. Un ejemplo de ello, ha sido el Mercurio; fue almacenado en el Hielo de Monte Logan (Canadá), en un periodo de 600 años. El Proyecto Mundial del Mercurio es una iniciativa conjunta con los gobiernos dirigida por la ONUDI, que apunta a demostrar que es posible superar los obstáculos, para la adopción de buenas prácticas en la minería del oro artesanal y en pequeña escala, incluso mediante estrategias de reducción de los desechos al mínimo y medidas de prevención de la contaminación para limitar su propagación en aguas internacionales. (ONUDI 2019)

Una vez que el mercurio ingresa al ambiente como contaminante, es sumamente nocivo, dada su persistencia; movilidad (en la atmósfera puede transportarse a largas distancias); capacidad para formar compuestos orgánicos, bioacumulación (se acumula en los seres vivos) y biomagnificación (aumenta la concentración a medida que se asciende en la cadena trófica); y, dados sus efectos negativos en la salud humana. A nivel mundial, se estimó que en el año 2010 la deposición atmosférica de mercurio fue de 3.200 toneladas/año a la tierra y 3.700 toneladas/año a los océanos. Sin embargo, una gran parte del mercurio depositado, tanto en la tierra como en los océanos, es re-emitido a la atmósfera (UNEP, 2013).

El tratado Internacional vinculante respecto del mercurio, es denominado “Convenio de Minamata” (2013); instrumento internacional que establece entre otras cuestiones, que a la fecha de su entrada en vigor: se prohíbe la nueva minería primaria de mercurio, se establece un período de 15 años para discontinuar la actividad de extracción primaria de mercurio existente, durante este período, el mercurio de la minería primaria solo podrá utilizarse: para la fabricación de algunos productos (Art. 4), en los procesos de fabricación (Art. 5) y para disposición final como desecho (Art.11), por otro lado, el Acuerdo de París, establece compromisos progresivos que los estados parte deben cumplir, para lograr la mitigación y adaptación al cambio climático.

Es por ello que es necesario una constante implementación de medidas que contrarresten la contaminación al medio ambiente, no solo por la firma de Instrumentos Internacionales que se entienden obligatorios y convencionales, sino por la necesidad de preservar la vida en todas sus formas.

Internacionalmente, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha sido pionera en iniciativas que contrarresten la contaminación al ambiente a nivel mundial. Asimismo, en septiembre de 2015, se reunieron en la Cumbre de Desarrollo Sostenible más de 150 jefes de Estado y de Gobierno en donde aprobaron la Agenda 2030. En dicho acuerdo se contienen 17 objetivos de aplicación universal que fundamentan las medidas necesarias de los estados firmantes para mitigar la contaminación y lograr un mundo sostenible para el año 2030. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) tienen como antecedente los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y buscan darles continuidad a las medidas alcanzadas con ellos y darle solución a problemas que no fueron conseguidos exitosamente. Estos nuevos objetivos instalan a todos los países, ya sean ricos, pobres o países en desarrollo, a adoptar medidas para el desarrollo sostenible.

En la Agenda 2030 se reconocen que las iniciativas y políticas públicas para acabar con la pobreza deben ir a la par de estrategias que favorezcan el crecimiento económico que aborden las necesidades sociales de cada país, como lo pudieran ser el derecho a la educación, derecho a la salud, derecho a la seguridad social y derecho al trabajo, a la vez que dichas estrategias mitiguen el climático y promuevan el Derecho y protección a un medio ambiente.

Sin embargo, los ODS no son jurídicamente obligatorios, pero se espera que los Estados los adopten como propios y establezcan marcos jurídicos nacionales para su materialización. Por lo tanto, los países parte tienen la responsabilidad ética para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos, para lo cual es necesario recopilar datos fiables, accesibles y oportunos.

Por lo tanto, la Universidad Autónoma de Querétaro, en tanto a sus capacidades, debe seguir promoviendo y realizando actividades regionales, nacionales e internacionales que den las medidas necesarias de protección al derecho a un medio ambiente sano, para así contribuir y darle solución a dicha problemática mundial, mitigar el cambio climático, la erradicación del mercurio y consolidar UNIVERSIDADES SOSTENIBLES Y RESILIENTES.

### **Justificación.**

El acelerado crecimiento de la población y de impactos ambientales a nivel mundial, ha sido uno de los temas que ha tomado especial interés como eslabón del desarrollo sostenible; sin embargo, la adopción de estrategias para propiciar los cambios de paradigmas, ha situado principalmente el análisis del consumo de la población, como un indicador para medir el flujo de actividades sociales y sus impactos al ambiente, lo anterior ha propiciado generar estrategias para disminuir "la huella ecológica" de la sociedad. La defensa del derecho humano a un medio ambiente sano, requiere de mecanismos y herramientas que permitan garantizar su protección. El reto de las instituciones consiste promover el aprovechamiento sostenible de los recursos para generar un alto impacto ambiental y social que contribuya al cumplimiento de la política ambiental, en relación a lo dispuesto en nuestra Carta Fundamental y los Tratados Internacionales.

En México, el aumento de los Costos de Agotamiento y Degradación Ambiental (CTADA) refleja un incremento en los últimos 10 años que determina, la dependencia económica de la explotación de combustibles fósiles, así como las exigencias de un mundo global.

En este contexto y en aras de sostenibilidad, el establecimiento de prácticas sostenibles es un reclamo ambiental, económico y social, inminente; por ello, los centros universitarios e instituciones de educación, en tanto entes públicos; son los que deben ser los pioneros en la gestión y puesta en marcha de prácticas para la sostenibilidad ya que las universidades tiene un compromiso con la sociedad que les da vida, cuentan con capital humano, con mayor acceso a la información, conocimiento técnicos y científicos, por tanto con mayor capacidad para observar y corregir la ejecución de estas acciones, contribuyendo a la protección y garantía del derecho humano a un ambiente sano.

La contribución de México por emisiones de mercurio a la atmósfera inicia desde la época colonial, debido a la producción de plata. Entre 1556-1900 se produjeron alrededor 93,300 toneladas de este metal precioso utilizando el método de amalgamación, para lo cual se estima que se liberaron unas 195,930 toneladas de mercurio (CCA 2013). Durante la Colonia el mercurio venía de España, a partir de la independencia los flujos de este metal cesaron y México inició paulatinamente su producción, estimada de acuerdo a datos históricos y oficiales, en 35,555 toneladas durante el periodo 1840-1994. Aunque el promedio anual resulta en 229.4 toneladas para estos 155 años, la capacidad productiva anual ha alcanzado 1,117 y 1,030 toneladas en los años 1942 y 1956 respectivamente, para declinar a 11 toneladas en 1994, año en que oficialmente se publican los datos de producción primaria de mercurio.

Tal declinación fue debido a la reducción de la demanda de este contaminante global. México ha pasado a ser el principal suministrador de mercurio a países netamente importadores, como Argentina, Colombia, Brasil, o Perú; de igual forma el estado de Querétaro se encuentra ubicado en primer lugar a nivel nacional y segundo a nivel internacional por extracción artesanal de mercurio.

El tratado Internacional vinculante respecto del mercurio, es denominado “Convenio de Minamata”; instrumento internacional que establece entre otras cuestiones, que a la fecha de su entrada en vigor: se prohíbe la nueva minería primaria de mercurio, se establece un período de 15 años para discontinuar la actividad de extracción primaria de mercurio existente, durante este período, el mercurio de la minería primaria solo podrá utilizarse: para la fabricación de algunos productos (Art. 4), en los procesos de fabricación (Art. 5) y para disposición final como desecho (Art.11).

En el caso de mercurio procedente del desmantelamiento de plantas de producción de cloro-álcali, se desechará de conformidad con las directrices para la gestión ambientalmente racional, y no se recuperará, reciclará, regenerará o reutilizará, entre otras. De manera vinculante (obligatoria), a partir de la firma del Convenio de Minamata, en el mes de octubre de 2013 y la entrada en vigor del instrumento internacional en agosto 2017, México deberá acreditar su contribución en el esfuerzo global encaminado a la protección de la salud humana y del medio ambiente respecto a las emisiones y liberaciones de mercurio y sus compuestos.

Por otro lado, en materia de cambio climático se han abordado el estudio de vulnerabilidad y los impactos generados por el uso de combustibles fósiles; entre los efectos generados se reconocen, la pérdida de biodiversidad, incremento en el nivel del mar, impacto de los recursos hídricos, sequía e inundaciones, migración y pérdida de la cultura; todo ello vinculado al incremento de la temperatura en la tierra, tal como lo informa el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) en sus respectivos informes.

En el caso que nos ocupa, la disminución de gases con efecto invernadero, derivado del consumo energético, se ha considerado una acción para lograr la mitigación del cambio climático y con ello la reducción de la huella ecológica generada por el ser humano. La disminución del consumo de energía, gases con efecto invernadero y reconversión de tecnologías, propician el cumplimiento de lo dispuesto en la constitución, respecto al derecho humano a un ambiente sano y sus leyes reglamentarias, de igual forma, observar y ejecutar las acciones derivadas de los acuerdos internacionales tales como; el Tratado Internacional denominado Convenio de Minamata sobre Mercurio, respecto a la eliminación del uso y exposición al mercurio, y la mitigación del cambio climático en el Acuerdo de París.

La eficiencia energética, se ha convertido en una Política de Estado y por ende debe ser un principio rector en toda Universidad que pretenda ser sostenible y resiliente. Por lo anterior, la sustitución de tecnologías es una obligación inminente, no solo para el cumplimiento de la legislación nacional y los tratados internacionales, sino para fomentar que las instituciones educativas en su calidad de garantes de una democracia sustancial y el fortalecimiento del Estado de Derecho, deban consolidar acciones para contribuir como sociedad e impulsores del cambio, en la erradicación del uso del mercurio, la generación de gases con efecto invernadero, la sustitución de tecnologías para lograr eficiencia energética.

En este sentido, como miembros de la comunidad universitaria, proponemos a la sociedad, a través del ejemplo y cambio de conductas, prácticas consistentes en el análisis de impactos ambientales generados desde el centro universitario y su comunidad, para propiciar el cambio de paradigmas con beneficios cuantitativos y cualitativos, desde la perspectiva ambiental, social y económica. Este proyecto incide en la reducción de la huella ecológica, disminución de gastos en energía eléctrica, con alto impacto social; acciones que permitirán construir una plataforma para que la Universidad Autónoma de Querétaro, logre ser considerada UNIVERSIDAD SOSTENIBLE Y RESILIENTE.

## **Objetivos.**

### **Objetivo General.**

Mitigar el cambio climático reduciendo y limitando la emisión de gases de efecto invernadero, transformando el proceso de generación de energía basada en la sustitución de tecnología y erradicación del uso de mercurio, contenido en las lámparas fluorescentes para lograr transitar a un modelo de productividad sostenible y garante de los derechos humanos, que permita consolidar una UNIVERSIDAD SOSTENIBLE Y RESILIENTE.

### **Objetivos Específicos.**

- Identificar el volumen de generación de gases con efecto invernadero (huella ecológica), derivado del consumo energético de las lámparas de mercurio e iluminación fluorescente.
- Analizar los instrumentos de control y de gestión que permitan a los particulares ser sujetos activos de la norma nacional y de incidencia internacional, desde una perspectiva Ética.
- Identificar y analizar el consumo energético generado con luminarias fluorescentes.
- Analizar los parámetros de consumo energético, para lograr la disminución de costos en energía eléctrica, que los campus Jalpan y Cadereyta de la Universidad Autónoma de Querétaro, demandan en el uso continuo.
- Reducir los riesgos al medio ambiente y a la salud humana, por la generación de gases con efecto invernadero y el uso del mercurio en luminarias fluorescentes.
- Identificar acciones para el fortalecimiento de una metodología que permita la construcción del modelo de UNIVERSIDAD SOSTENIBLE Y RESILIENTE.

### **Pregunta de Investigación**

¿Cuáles son los impactos y beneficios que se generaran en la erradicación del mercurio contenido en las lamparas fluorescentes?

### **Metodología**

El presente proyecto aplica el estudio metodológico del derecho comparado, así como la investigación cuantitativa para determinar los impactos y beneficios en la sustitución de lamparás florescentes, a través de la ejecución de 3 ejes que se articulan y se complementan entre sí, para lograr los objetivos propuestos, los cuales son:

- a. Eje 1. Estudio de campo en las instalaciones de los diferentes campus.
- b. Eje 2. Identificación de la vulnerabilidad medioambiental y económica.
- c. Eje 3. Identificación de impactos y beneficios en la sustitución de luminarias que contienen mercurio.

Eje 1. Estudio de campo en las instalaciones de los diferentes campus.

Realizar un análisis eléctrico de los edificios, a fin de determinar la cantidad de lámparas de mercurio que se tienen en uso.

**Tabla 1 Lámparas de Mercurio encontradas**

Lámparas de Mercurio	
Campus Cadereyta	544
Campus Jalpan	729
Total	1, 273

*Fuente: Elaboración propia*

Eje 2. Identificación de la vulnerabilidad medioambiental y económica.

En este ámbito se desea establecer un diagnóstico actual y una prospectiva de la afectación generada por el tipo de energía que hasta la fecha ha sido utilizado en los distintos campus de la Universidad Autónoma de Querétaro.

En México los Costos Totales por Agotamiento y Degradación Ambiental (CTADA) ascendieron a 861,659 millones de pesos para el año 2014, dos años posteriores aumentó el costo a 904,662 millones de pesos por lo que respecta al año 2016, de los cuales el 64.5% son consecuencia de la Degradación por emisiones al aire y el 8.5% pertenece al agotamiento de los hidrocarburos. Para el año 2018 aumentó a 1, 019, 751 millones de pesos los CTADA, de los cuales, el 64.4% son consecuencia de la Degradación por emisiones al aire y el 7.1% por el uso de hidrocarburos. INEGI (2018).

Este incremento exponencial de los CTADA, la dependencia económica a la explotación del recurso hidrocarburo, así como las exigencias de un mundo global y en aras de la sostenibilidad en México, hace que la concreción prácticas sostenibles sea urgente. Los centros universitarios e instituciones de educación, en tanto entes públicos, son los que deben ser los pioneros en la gestión y puesta en marcha de prácticas para la sustentabilidad ya que la universidad pública tiene un compromiso con la sociedad que les da vida, cuentan con capital humano, con mayor acceso a la información, conocimiento técnicos y científicos, por tanto, con mayor capacidad para observar y corregir la ejecución de estas acciones.

**Tabla 2 Representación económica de los CTADA**

<b>Costos Totales por Agotamiento y Degradación Ambiental (millones de pesos)</b>	
Año 2014	861,659
Año 2016	904,662
Año 2018	1, 019, 751

*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2018.*

Eje 3. Identificación de impactos y beneficios en la sustitución de luminarias que contienen mercurio.

Las lámparas LED, a diferencia de aquellas de mercurio, no necesitan incandescencia al rojo vivo para poder funcionar pues el 80% de la energía que consume se convierte en luz, volviéndolo así más seguro y resistente ante las condiciones de temperatura externa. Debido a que no requieren del calentamiento de electrodos no necesitan aumentos la temperatura para funcionar, permitiendo un mayor control y respuesta para encenderse en varios momentos del día.

Además, debe considerarse que al no contener gases como el mercurio, el neón o el argón, las lámparas LED reducen al máximo la posibilidad de un envenenamiento por inhalación de gases tóxicos. La alta eficacia de la iluminación LED tiene un alto parecido con la luz natural del día, por lo que habría una tendencia de aumento en la productividad de los alumnos y del personal que hagan uso de esta. La sustitución de estas lámparas conlleva un ahorro de al menos el 43.75% de kW por unidad instalada. Además, la vida útil de las lámparas LED es de hasta 45,000 horas con un mantenimiento adecuado, mientras que las lámparas de mercurio resisten un máximo de 10,000 horas. De esta forma, no solo se reduce el gasto en energía del día a día; también se alarga el tiempo de vida permitiendo un ahorro en unidades compradas por períodos temporales.

La realización de este proyecto no solo permitiría a los distintos campus de la Universidad Autónoma de Querétaro disminuir sus gastos en energía eléctrica y la emisión de GEI, también representa una oportunidad de ejemplificar acciones para que organismos públicos y privados colaboren para combatir el daño al medio ambiente, representando una oportunidad por trabajar en la eficiencia de los recursos públicos, impulsar los proyectos universitarios y la creatividad de los particulares para proponer ideas de cambio



## Descripción de los Resultados

### EJE 1. ESTUDIO DE CAMPO EN LAS INSTALACIONES DE LOS DIFERENTES CAMPUS.

Derivado de la primera etapa, sobre el análisis eléctrico de los edificios de los dos campus de la Universidad Autónoma de Querétaro se hace evidente lo siguiente:

#### CAMPUS JALPAN

##### EDIFICIO A

**LUMINARIAS: 94      BALASTROS: 47      GABINETES: 47**

En el edificio A se identificaron 94 luminarias de mercurio a sustituir por 50 lámparas LED de 1.20m y 48 lámparas LED de 1.80 m, estas, correspondientes a los seis salones y dos pasillos que comprende, de los cuales, en la planta alta el salón cuatro contiene 12 lámparas con 6 balastos dentro de 6 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.80 m cada una y 4 lámparas LED de 1.20 m cada una, el salón cinco contiene 12 lámparas con 6 balastos dentro de 6 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.80 m cada una y 4 lámparas LED de 1.20 m cada una, el salón seis contiene 12 lámparas con 6 balastos dentro de 6 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.80 m cada una y 4 lámparas LED de 1.20 m cada una, y, en el pasillo de la planta alta se tiene 16 lámparas con 8 balastos dentro de 8 gabinetes y se propone sustituirlas con 16 lámparas LED de 1.20 m cada una.

Por su parte en la planta baja, el salón uno contiene 12 lámparas con 6 balastos dentro de 6 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.80 m cada una y 4 lámparas LED de 1.20 m cada una, el salón dos tiene 10 lámparas con 5 balastos dentro de 5 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.80 m cada una y 4 lámparas LED de 1.20 m cada una, el salón tres posee 10 lámparas con 5 balastos dentro de 5 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.80 m cada una y 4 lámparas LED de 1.20 m cada una, y, en el pasillo de la planta baja se tienen 10 lámparas con 5 balastos dentro de 5 gabinetes y se propone sustituirlas con 10 lámparas LED de 1.20 m cada una.

##### EDIFICIO B

**LUMINARIAS: 50      BALASTROS: 25      GABINETES: 25**

En el edificio B se identificaron 50 luminarias de mercurio a sustituir por 24 lámparas LED de 1.20m y 16 lámparas LED de 1.80 m, estas, correspondientes a los dos salones, dos baños y un pasillo que comprende, de los cuales, el salón uno contiene 12 lámparas con 6 balastos dentro de 6 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.80 m cada una y 4 lámparas LED de 1.20 m cada una, el salón dos contiene 12 lámparas con 6 balastos dentro de 6 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.80 m cada una y 4 lámparas LED de 1.20 m cada una, el baño de damas contiene 8 lámparas con 4 balastos dentro de 4 gabinetes y se propone sustituirlas con 4 lámparas LED de 1.20 m cada una, el baño de caballeros contiene 8 lámparas con 4 balastos dentro de 4 gabinetes y se propone sustituirlas con 4 lámparas LED de 1.20 m cada una, y, en el pasillo se tiene 10 lámparas con 5 balastos dentro de 5 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.20 m cada una.

##### EDIFICIO C

**LUMINARIAS: 92      BALASTROS: 46      GABINETES: 46**

En el edificio C se identificaron 92 luminarias de mercurio a sustituir por 24 lámparas LED de 1.20m y 36 lámparas LED de 1.80 m, estas, corresponden al Auditorio y sus dos pasillos, los cuales, en la planta

alta el Auditorio contiene 32 lámparas con 16 balastos dentro de 16 gabinetes y se propone sustituirlas con 20 lámparas LED de 1.80 m cada una, y, en el pasillo de la planta alta se tiene 20 lámparas con 10 balastos dentro de 10 gabinetes y se propone sustituirlas con 16 lámparas LED de 1.20 m cada una. Por su parte en la planta baja, el Auditorio contiene 28 lámparas con 14 balastos dentro de 14 gabinetes y se propone sustituirlas con 16 lámparas LED de 1.80 m cada una, y, en el pasillo de la planta baja se tienen 12 lámparas con 6 balastos dentro de 6 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.20 m cada una.

#### **EDIFICIO D**

**LUMINARIAS: 171      BALASTROS: 87      GABINETES: 87**

En el edificio D se identificaron 171 luminarias de mercurio a sustituir por 26 lámparas LED de 1.20m y 72 lámparas LED de 1.80 m, estas, corresponden a sus siete salones y sus dos pasillos, los cuales, en la planta alta el salón cinco contiene 24 lámparas con 12 balastos dentro de 12 gabinetes y se propone sustituirlas con 12 lámparas LED de 1.80 m cada una, el salón seis tiene 24 lámparas con 12 balastos dentro de 12 gabinetes y se propone sustituirlas con 12 lámparas LED de 1.80 m cada una, en el salón siete se identificaron 24 lámparas con 12 balastos dentro de 12 gabinetes y se propone sustituirlas con 12 lámparas LED de 1.80 m cada una, y, en el pasillo de la planta alta se tiene 18 lámparas con 9 balastos dentro de 9 gabinetes y se propone sustituirlas con 14 lámparas LED de 1.20 m cada una. Por su parte en la planta baja, el salón uno contiene 8 lámparas con 4 balastos dentro de 4 gabinetes y se propone sustituirlas con 4 lámparas LED de 1.80 m cada una, el salón dos tiene 16 lámparas con 8 balastos dentro de 8 gabinetes y se propone sustituirlas con 4 lámparas LED de 1.80 m cada una, en el salón tres se identificaron 21 lámparas con 12 balastos dentro de 12 gabinetes y se propone sustituirlas con 12 lámparas LED de 1.80 m cada una, en el salón cuatro se tienen 24 lámparas con 12 balastos dentro de 12 gabinetes y se propone sustituirlas con 12 lámparas LED de 1.80 m cada una, y, en el pasillo de la planta baja se tienen 12 lámparas con 6 balastos dentro de 6 gabinetes y se propone sustituirlas con 12 lámparas LED de 1.20 m cada una.

#### **EDIFICIO DE LA CLÍNICA ENSAIN**

**LUMINARIAS: 12      BALASTROS: 6      GABINETES: 6**

En el edificio de la clínica Ensain se identificaron 12 luminarias de mercurio a sustituir por 12 lámparas LED de 1.20m y 3 focos tipo LED, estas, corresponden las instalaciones de la clínica, en la cual, se contienen 12 lámparas con 6 balastos dentro de 6 gabinetes y se propone sustituirlas con 12 lámparas LED de 1.20 m cada una, y, 3 focos tipo LED.

#### **EDIFICIO DEL LABORATORIO DE ENFERMERIA:**

**LUMINARIAS: 12      BALASTROS: 6      GABINETES: 6**

En el edificio del laboratorio de enfermería se identificaron 12 luminarias de mercurio a sustituir por 12 lámparas LED de 1.20m y 2 lámparas LED de 1.80, estas, corresponden a las instalaciones del laboratorio de enfermería y su pasillo, en el cual, en el laboratorio se contienen 10 lámparas con 5 balastos dentro de 5 gabinetes y se propone sustituirlas con 10 lámparas LED de 1.20 m cada una y 2 lámparas LED de 1.80 m cada una, y, en su pasillo se tienen 2 lámparas con 1 balastro dentro de 1 gabinete y se propone sustituirlas con 2 lámparas LED de 1.20 m cada una.

#### **EDIFICIO DE LA SALA DE JUICIOS ORALES:**

**LUMINARIAS: 48      BALASTROS: 24      GABINETES: 24**

En el edificio de la Sala de Juicios Orales se identificaron 48 luminarias de mercurio a sustituir por 48 lámparas LED de 1.20m y 14 focos tipo LED, estas, corresponden las instalaciones de la misma, en la cual, se contienen 48 lámparas con 24 balastos dentro de 24 gabinetes y se propone sustituirlas con 48 lámparas LED de 1.20 m cada una, y, 14 focos tipo LED.

#### **EDIFICIO DE LA BIBLIOTECA:**

**LUMINARIAS: 250      BALASTROS: 125      GABINETES: 125**

En el edificio de la Biblioteca se identificaron 250 luminarias de mercurio y 98 focos estándar a sustituir por 250 lámparas LED de 1.20m y 98 focos tipo LED, estas, corresponden a sus tres plantas, las cuales, en la planta alta se contienen 60 fotos estándar junto con 120 lámparas con 60 balastos dentro de 60 gabinetes y se propone sustituirlas con 120 lámparas LED de 1.20 m cada una 60 focos tipo LED, en la planta media se tienen 15 focos estándar junto con 94 lámparas con 47 balastos dentro de 47 gabinetes y se propone sustituirlas con 94 lámparas LED de 1.20 m cada una 15 focos tipo LED, y, en la planta baja se tienen 23 focos estándar junto con 36 lámparas con 18 balastos dentro de 18 gabinetes y se propone sustituirlas con 36 lámparas LED de 1.20 m cada una y 23 focos tipo LED.

### **CAMPUS CADEREYTA**

#### **EDIFICIO A**

**LUMINARIAS: 94      BALASTROS: 47      GABINETES: 47**

En el edificio A, se identificaron 94 luminarias de mercurio a sustituir por 36 lámparas LED de 1.20m y 34 lámparas LED de 1.80 m, estas, correspondientes a los tres salones, dos pasillos, baños, salón de atención psicológica y coordinación que comprende, de los cuales, en la planta alta el salón uno contiene 16 lámparas con 8 balastos dentro de 8 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.80 m cada una, el salón dos contiene 16 lámparas con 8 balastos dentro de 8 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.80 m cada una, el salón tres contiene 16 lámparas con 8 balastos dentro de 8 gabinetes pero no se propone realizar una sustitución puesto que el salón ya cuenta con luminarias tipo LED, y, en el pasillo de la planta alta se tiene 12 lámparas con 6 balastos dentro de 6 gabinetes y se propone sustituirlas con 12 lámparas LED de 1.20 m cada una.

Por su parte en la planta baja, los baños contiene 8 lámparas con 4 balastos dentro de 4 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.20 m cada una, el salón de atención psicológica tiene 8 lámparas con 4 balastos dentro de 4 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.80 m cada una, la coordinación posee 8 lámparas con 4 balastos dentro de 4 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.20 m cada una y 2 lámparas LED de 1.80 m cada una, y, en el pasillo de la planta baja se tienen 10 lámparas con 5 balastos dentro de 5 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.20 m cada una.

#### **EDIFICIO B**

**LUMINARIAS: 104      BALASTROS: 52      GABINETES: 52**

En el edificio B, se identificaron 104 luminarias de mercurio a sustituir por 44 lámparas LED de 1.20m y 56 lámparas LED de 1.80 m, estas, correspondientes a los cinco salones, dos pasillos, baños y auditorio que comprende, de los cuales, en la planta alta el salón uno contiene 8 lámparas con 4 balastos dentro de 4 gabinetes y se propone sustituirlas con 12 lámparas LED de 1.80 m cada una, el salón dos contiene 12 lámparas con 6 balastos dentro de 6 gabinetes y se propone sustituirlas con 12 lámparas LED de 1.20 m cada una, el salón tres contiene 8 lámparas con 4 balastos dentro de 4 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.80 m cada una, el salón cuatro contiene 8 lámparas con 4 balastos dentro de 4 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.80 m cada una y, en el pasillo de la planta alta se tiene 14 lámparas con 7 balastos dentro de 7 gabinetes y se propone sustituirlas con 14 lámparas LED de 1.20 m cada una.

Por su parte en la planta baja, los baños contienen 12 lámparas con 6 balastos dentro de 6 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.20 m cada una, el salón cinco tiene 12 lámparas con 6 balastos dentro de 6 gabinetes y se propone sustituirlas con 8 lámparas LED de 1.80 m cada una, el auditorio posee 20 lámparas con 10 balastos dentro de 10 gabinetes y se propone sustituirlas con 20 lámparas LED de 1.80 m cada una, y, en el pasillo de la planta baja se tienen 10 lámparas con 5 balastos dentro de 5 gabinetes y se propone sustituirlas con 10 lámparas LED de 1.20 m cada una.

### **EDIFICIO C**

**LUMINARIAS: 0      BALASTROS: 0      GABINETES: 0**

En el edificio C, se identificaron 130 focos estándar a sustituir por 130 focos tipo LED, estos, corresponden a las instalaciones del edificio, en el cual, se posee 130 focos estándar a sustituir por 130 focos tipo LED.

### **EDIFICIO DE SALA DE JUICIOS ORALES**

**LUMINARIAS: 42      BALASTROS: 21      GABINETES: 21**

En el edificio de Sala de Juicios Orales, se identificaron 42 luminarias de mercurio a sustituir por 42 lámparas LED de 1.20m, estas corresponden las instalaciones del edificio, en la cual, se contienen 42 lámparas con 21 balastos dentro de 21 gabinetes y se propone sustituirlas con 42 lámparas LED de 1.20 m cada una.

### **EDIFICIO DE LA CAFETERÍA**

**LUMINARIAS: 4      BALASTROS: 4      GABINETES: 0**

En el edificio de la cafetería se identificaron 4 luminarias de mercurio a sustituir por 4 lámparas LED de 1.80m, estas, corresponden las instalaciones del edificio, en la cual, se contienen 4 lámparas con 4 balastos sin gabinetes y se propone sustituirlas con 4 lámparas LED de 1.80 m cada una.

### **EDIFICIO DE LA BIBLIOTECA:**

**LUMINARIAS: 300      BALASTROS: 150      GABINETES: 150**

En el edificio de la Biblioteca, se identificaron 300 luminarias de mercurio y 32 focos estándar a sustituir por 300 lámparas LED de 1.20m y 32 focos tipo LED, estas, corresponden a sus dos plantas, las cuales, en la planta alta se contienen 32 fotos estándar junto con 146 lámparas con 73 balastos dentro de 73 gabinetes y se propone sustituirlas con 146 lámparas LED de 1.20 m cada una 60 focos tipo LED, y, en la planta baja se tienen 154 lámparas con 77 balastos dentro de 77 gabinetes y se propone sustituirlas con 154 lámparas LED de 1.20 m cada una.

### **De la información recabada en el campus JALPAN:**

Total de Lámparas de Mercurio: 729

Cantidad de Balastos: 366

Cantidad de Gabinetes: 366

Focos de Mercurio: 115

Focos LED necesarias para la sustitución: 115

Lámparas LED necesarias para la sustitución: 632

- Lámparas LED de 1.20 m necesarias para la sustitución: 458
- Lámparas LED de 1.80 m necesarias para la sustitución: 174

Derivado del recorrido realizado se concluyó:

- Enviar el plano y los recibos de luz a los responsables de la capacitación.

- Mandar oficio al departamento de mantenimiento para solicitar estudio de calidad de energía.
- El compromiso del coordinador entregar los planos arquitectónicos de las instalaciones, así, como los recibos de luz correspondientes a los últimos meses del presente año.

### De la información recabada en el campus CADEREYTA:

Total de Lámparas de Mercurio: 544

Cantidad de Balastos: 276

Cantidad de Gabinetes: 272

Focos de Mercurio: 162

Focos LED necesarias para la sustitución: 162

Lámparas LED necesarias para la sustitución: 508

- Lámparas LED de 1.20 m necesarias para la sustitución: 410
- Lámparas LED de 1.80 m necesarias para la sustitución: 98

Derivado del recorrido realizado se concluyó:

- Enviar el plano y los recibos de luz a los responsables de la capacitación.
- Mandar oficio al departamento de mantenimiento para solicitar estudio de calidad de energía.
- El compromiso del coordinador entregar los planos arquitectónicos de las instalaciones, así, como los recibos de luz correspondientes a los últimos meses del presente año.

## EJE 2. IDENTIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD MEDIOAMBIENTAL Y ECONÓMICA.

Durante la segunda etapa se realizó un estudio científico sobre la información recaba en los campus Jalpan y Cadereyta; se analizó el consumo energético y los gastos económicos que ello conlleva, así como la cantidad de emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) que emite cada campus. Consecuentemente, se pudo calcular parte de la huella ecológica que genera la Universidad Autónoma de Querétaro.

La Huella ecológica es un indicador para conocer la cantidad de compuestos y gases de efecto invernadero generada a partir de la quema de combustibles fósiles. La ley General de Cambio Climático a establecido parámetros para garantizar el derecho a un Medio Ambiente Sano, además, se crearon diversos instrumentos de política pública como el Registro Nacional de Emisiones (RENE) y su Reglamento.

Lo anterior, permitirá compilar la información necesaria en materia de emisión de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) de los diferentes sectores productivos del país. En este sentido, la Ley General de Cambio Climático se considera como la base jurídica del Registro Nacional de Emisiones (RENE).

A través de la Guía RENE emitida por la SEMARNAT, se establece para determinar la emisión indirecta de CO<sub>2</sub>e derivada del consumo de energía eléctrica, la aplicación de la siguiente fórmula:

$$ECO_{2e} = W_{Elect} \times FE_{Elect}$$

Dónde:

- **ECO<sub>2e</sub>**: Es la emisión de carbono equivalente proveniente del consumo de energía eléctrica en toneladas [t]
- **W<sub>Elect</sub>**: Es el consumo de energía eléctrica anual en Megawatts-hora [MWh]
- **FE<sub>Elect</sub>**: Es el factor de emisión por consumo de energía eléctrica toneladas de CO<sub>2</sub> por Megawatts-hora [t CO<sub>2</sub> / MWh]

Así, de la información recabada en el campus Jalpan y el análisis llevado a cabo, se hace evidente lo siguiente:

El Campus Jalpan emitió una cantidad de 21.98 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en el periodo de diciembre de 2017 al mes de septiembre de 2018.

**Tabla 3. Emisión de CO<sub>2</sub> en campus Jalpan  
Periodo diciembre 2017 al mes de septiembre 2018**

Campus	Periodo (Fecha)	W <sub>Elect</sub> (MWh)	FE <sub>Elect</sub> [t CO <sub>2</sub> / MWh]	ECO <sub>2e</sub> (t)
JALPAN	05/dic/17-04/ene/18	3.43	0.527	1.80761
	04/ene/18-02/feb/18	4.72	0.527	2.48744
	02/feb/18-06/mar/18	6.02	0.527	3.17254
	06/mar/18-05/abr/18	4.375	0.527	2.305625
	05/abr/18-04/may/18	4.721	0.527	2.487967
	04/may/18-05/jun/18	5.16	0.527	2.71932
	05/jun/18-04/jul/18	3.913	0.527	2.062151
	04/jul/18-03/ago/18	3.102	0.527	1.634754
	03/ago/18-04/sep/18	6.282	0.527	3.310614
TOTAL	05/dic/17-04/sep/18	41.723	0.527	21.988021

**Fuente: Izarely Rosillo y Christhoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.**

Con lo que respecta a lo económico, la universidad gastó en consumo energético \$94,067.00 (00/100 m.n.) durante el periodo de diciembre de 2017 al mes de septiembre de 2018.

**Tabla 4. Gastos en consumo energético en campus Jalpan  
Periodo diciembre 2017 al mes de septiembre 2018**

Campus	Periodo (Fecha)	Costo económico
JALPAN	05/dic/17-04/ene/18	\$9,921.00
	04/ene/18-02/feb/18	\$5,482.00
	02/feb/18-06/mar/18	\$11,296.00
	06/mar/18-05/abr/18	\$8,861.00
	05/abr/18-04/may/18	\$10,094.00
	04/may/18-05/jun/18	\$11,825.00
	05/jun/18-04/jul/18	\$9,865.00
	04/jul/18-03/ago/18	\$8,410.00
	03/ago/18-04/sep/18	\$18,313.00
<b>TOTAL</b>	<b>05/dic/17-04/sep/18</b>	<b>\$94,067.00</b>

Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.

Igualmente, de la información recabada en el campus Cadereyta y el análisis llevado a cabo, se hace evidente lo siguiente:

El Campus Cadereyta emitió una cantidad de 9.0626 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en el periodo de diciembre de 2017 al mes de octubre de 2018. La medición de dicho tonelaje se ha realizado en tres instalaciones ubicadas en el mismo campus (3 medidores diferentes).

**Tabla 5. Emisión de CO<sub>2</sub> en campus Cadereyta  
Periodo diciembre 2017 al mes de agosto 2018 medidor 1**

Campus	Periodo (Fecha)	W <sub>Elect</sub> (MWh)	FE <sub>Elect</sub> [t CO <sub>2</sub> / MWh]	ECO <sub>2e</sub> (t)
CADEREYTA MEDIDOR 1	21/dic/17-22/ene/18	0.009	0.527	0.004743
	22/ene/18-21/feb/18	0.016	0.527	0.008432
	21/feb/18-22/mar/18	0.013	0.527	0.006851
	22/mar/18-20/abr/18	0.01	0.527	0.00527
	20/abr/18-22/may/18	0.013	0.527	0.006851
	22/may/18-21/jun/18	0.014	0.527	0.007378
	21/jun/18-20/jul/18	0.008	0.527	0.004216
	20/jul/18-21/ago/18	0.015	0.527	0.007905
<b>TOTAL</b>	<b>21/dic/17-21/ago/18</b>	<b>0.098</b>	<b>0.527</b>	<b>0.051646</b>

Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.

**Tabla 6. Emisión de CO2 en campus Cadereyta  
Periodo mayo 2018 al mes de septiembre 2018 medidor 2**

Campus	Periodo (Fecha)	W <sub>Elect</sub> (MWh)	FE <sub>Elect</sub> [t CO <sub>2</sub> / MWh]	ECO <sub>2e</sub> (t)
CADEREYTA (SUB 092) MEDIDOR 2	22/may/18-21/jun/18	3.007	0.527	1.584689
	21/jun/18-20/jul/18	2.215	0.527	1.167305
	20/jul/18-21/ago/18	2.913	0.527	1.535151
	21/ago/18-21/sep/18	3.524	0.527	1.857148
<b>TOTAL</b>	<b>22/may/18-21/sep/18</b>	<b>11.659</b>	<b>0.527</b>	<b>6.144293</b>

Fuente: Izarely Rosillo y Christopher Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.

**Tabla 7. Emisión de CO2 en campus Cadereyta  
Periodo junio 2018 al mes de octubre 2018 medidor 3**

Campus	Periodo (Fecha)	W <sub>Elect</sub> (MWh)	FE <sub>Elect</sub> [t CO <sub>2</sub> / MWh]	ECO <sub>2e</sub> (t)
CADEREYTA (SUB 197) MEEDIDOR 3	21/jun/18-20/jul/18	0.64	0.527	0.33728
	20/jul/18-21/ago/18	1.2	0.527	0.6324
	21/ago/18-21/sep/18	1.92	0.527	1.01184
	21/sep/18-23/oct/18	1.68	0.527	0.88536
<b>TOTAL</b>	<b>21/jun/18-23/oct/18</b>	<b>5.44</b>	<b>0.527</b>	<b>2.86688</b>

Fuente: Izarely Rosillo y Christopher Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.

Con lo que respecta a lo económico, la universidad gastó \$118,428.00 (00/100 m.n.) durante el periodo de diciembre de 2017 al mes de agosto de 2018.

**Tabla 8. Gastos en consumo energético en campus Cadereyta  
Periodo diciembre 2017 al mes de agosto 2018 medidor 1**

Campus	Periodo (Fecha)	Costo económico
CADEREYTA	21/dic/17-22/ene/18	\$17,966.00
	22/ene/18-21/feb/18	\$10,027.00



	21/feb/18-22/mar/18	\$9,913.00
	22/mar/18-20/abr/18	\$8,963.00
	20/abr/18-22/may/18	\$9,566.00
	22/may/18-21/jun/18	\$11,627.00
	21/jun/18-20/jul/18	\$9,375.00
	20/jul/18-21/ago/18	\$13,500.00
<b>TOTAL</b>	<b>21/dic/17-21/ago/18</b>	<b>\$90,937.00</b>

Fuente: Izarely Rosillo y Christopher Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.

**Tabla 9. Gastos en consumo energético en campus Cadereyta  
Periodo diciembre 2017 al mes de agosto 2018 medidor 2 y 3**

Campus	Periodo (Fecha)	Costo económico
CADEREYTA MEDIDOR 2 Y 3	21/dic/17-22/ene/18	\$7,422.00
	22/ene/18-21/feb/18	\$1,531.00
	21/feb/18-22/mar/18	\$2,675.00
	22/mar/18-20/abr/18	\$2,546.00
	20/abr/18-22/may/18	\$3,185.00
	22/may/18-21/jun/18	\$3,414.00
	21/jun/18-20/jul/18	\$2,416.00
	20/jul/18-21/ago/18	\$4,302.00
<b>TOTAL</b>	<b>21/dic/17-21/ago/18</b>	<b>\$27,491.00</b>

Fuente: Izarely Rosillo y Christopher Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.

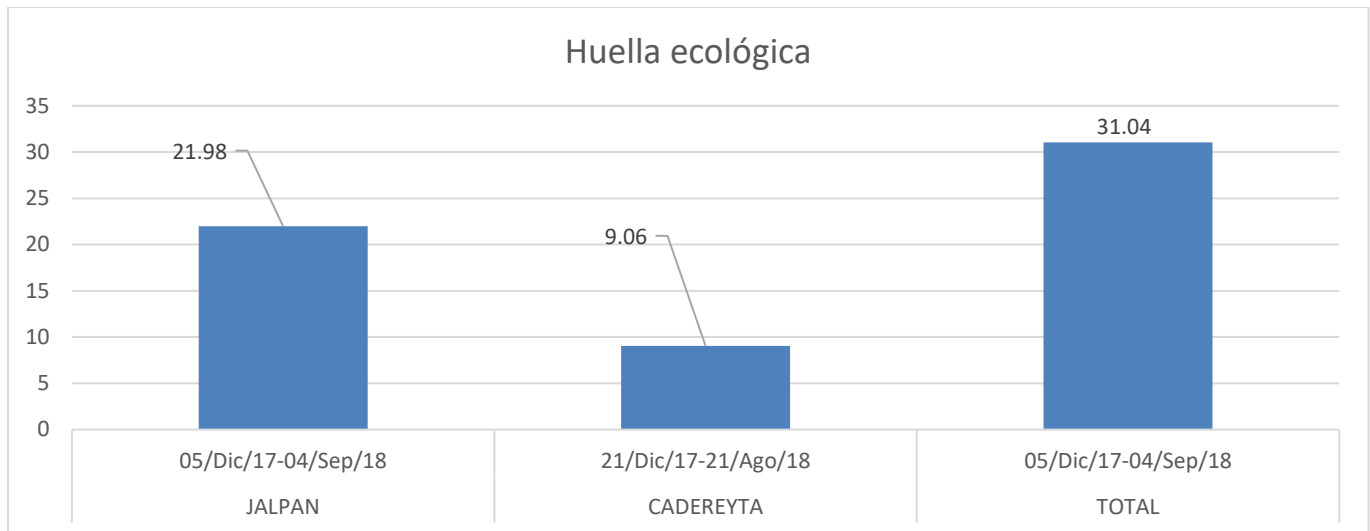
Con lo que respecta a los resultados obtenidos sobre la Huella ecológica y el costo energético se hace evidente lo siguiente:

**Tabla 10. Cálculo de Huella Ecológica y Consumo Energético  
Campus Jalpan y Cadereyta**

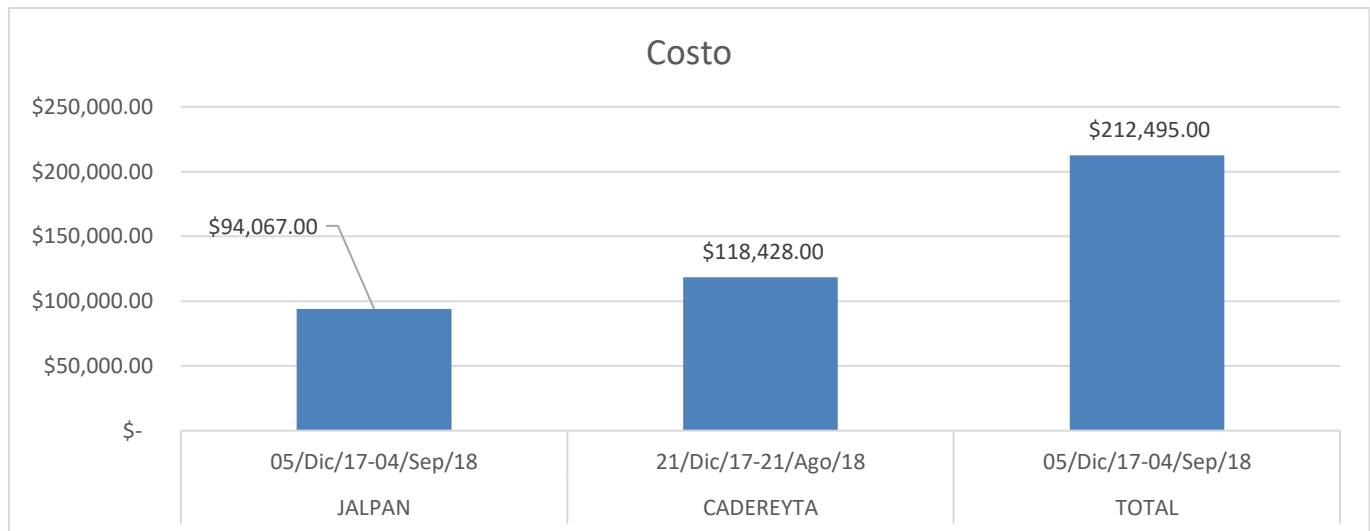
Campus	Periodo (Fecha)	Huella ecológica	Costo
JALPAN	05/dic/17-04/dep/18	21.98	\$94,067.00
CADEREYTA	21/dic/17-21/ago/18	9.06	\$118,428.00
<b>TOTAL</b>	<b>05/dic/17-04/sep/18</b>	<b>31.04</b>	<b>\$212,495.00</b>

Fuente: Izarely Rosillo y Christopher Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.

**Gráfica 1. Cálculo de Huella Ecológica  
Campus Jalpan y Cadereyta**



**Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.**



**Gráfica 2. Concentrado de Costo por Consumo Energético  
Campus Jalpan y Cadereyta**

**Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.**

**Tabla 11. Inventario de lámparas necesarias para sustitución  
Campus Jalpan**

CAMPUS JALPAN			
EDIFICIO	LAMPARAS LED DE 1.20mt	LAMPARAS LED DE 1.80mt	FOCOS LED
Edificio A	50	48	0
Edificio B	24	16	0
Edificio C	24	36	0
Edificio D	26	72	0
Edificio de la clínica Ensain	12	0	3
Edificio del laboratorio de enfermería	12	2	0
Edificio de la sala de juicios orales	48	0	14
Edificio de la biblioteca	250	0	98
<b>TOTAL</b>	<b>446</b>	<b>174</b>	<b>115</b>

**Fuente: Izarely Rosillo y Christopher Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.**

**Tabla 12. Inventario de lámparas necesarias para sustitución  
Campus Cadereyta**

CAMPUS CADEREYTA			
EDIFICIO	LAMPARAS LED DE 1.20mt	LAMPARAS LED DE 1.80mt	FOCOS LED
Edificio A	36	34	0
Edificio B	44	56	0
Edificio C	0	0	130
Edificio de sala de juicios orales	42	0	0
Edificio de la cafetería	0	4	3
Edificio de la biblioteca	300	0	32
<b>TOTAL</b>	<b>422</b>	<b>94</b>	<b>165</b>

**Fuente: Izarely Rosillo y Christopher Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.**

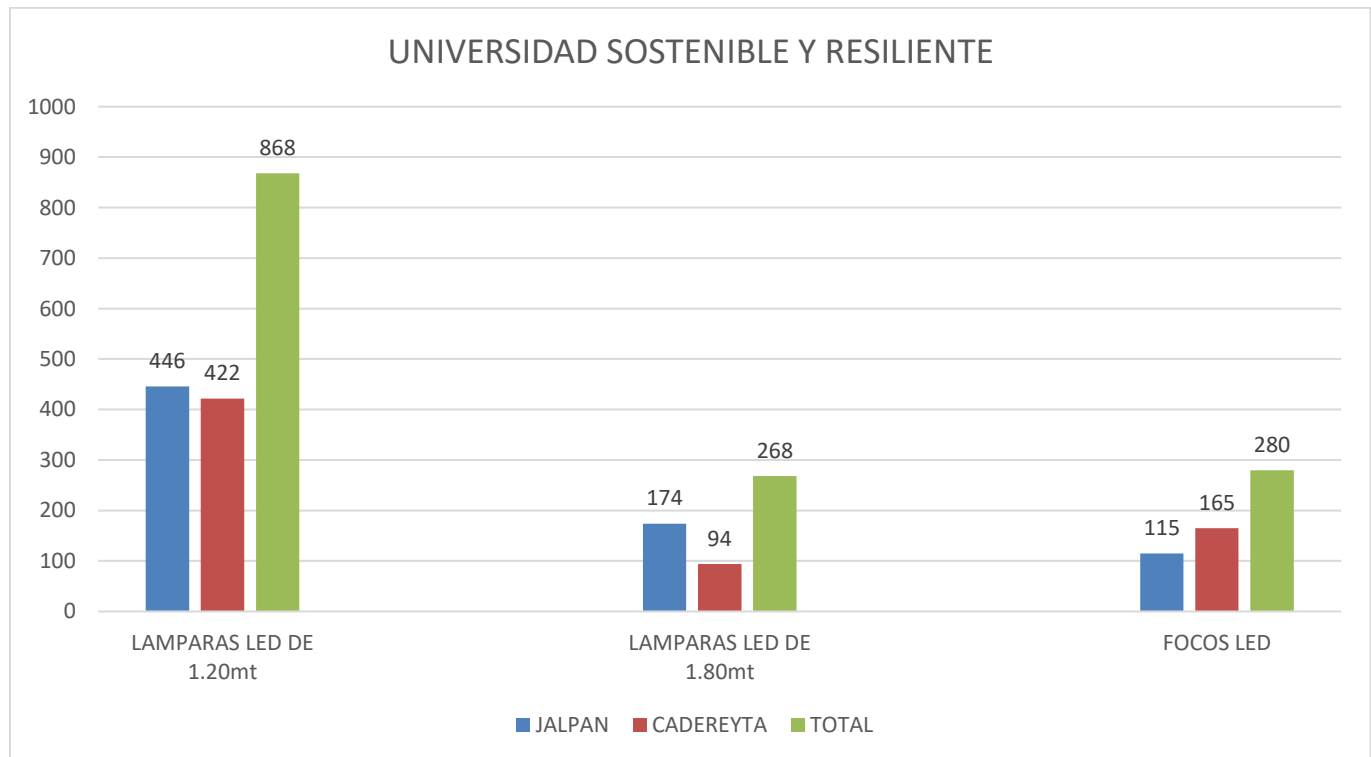
Descripción de las lámparas LED necesarias para una universidad sostenible y resiliente.

**Tabla 13. Inventario de lámparas necesarias para sustitución  
Campus Cadereyta y Jalpan**

UNIVERSIDAD SOSTENIBLE Y RESILIENTE			
CAMPUS	LAMPARAS LED DE 1.20mt	LAMPARAS LED DE 1.80mt	FOCOS LED
JALPAN	446	174	115
CADEREYTA	422	94	165
TOTAL	868	268	280

Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.

**Gráfica 3. Inventario de lámparas necesarias para sustitución  
Campus Jalpan y Cadereyta**



Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.

Costo aproximado para la ejecución del proyecto:

**Tabla 14. Estimación de precios unitarios para adquisición de lámparas Campus Cadereyta y Jalpan**

UNIVERSIDAD SOSTENIBLE Y RESILIENTE				
CAMPUS	PRECIO POR LAMPARAS LED DE 1.20mt	PRECIO POR LAMPARAS LED DE 1.80mt	PRECIO POR FOCOS LED	TOTAL DE INVERSIÓN
JALPAN	\$156,100.00	\$116,580.00	\$4,025.00	
CADEREYTA	\$147,700.00	\$62,980.00	\$5,775.00	
<b>TOTAL</b>	<b>\$303,800.00</b>	<b>\$179,560.00</b>	<b>\$9,800.00</b>	<b>\$ 493,160.00</b>

**Fuente: Izarely Rosillo y Christopher Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.**

A continuación, se desglosa el precio unitario aproximado por cada tipo de lámpara necesaria para la sustitución.

**Tabla 15. Estimación de precios integrales para adquisición de lámparas Campus Cadereyta y Jalpan**

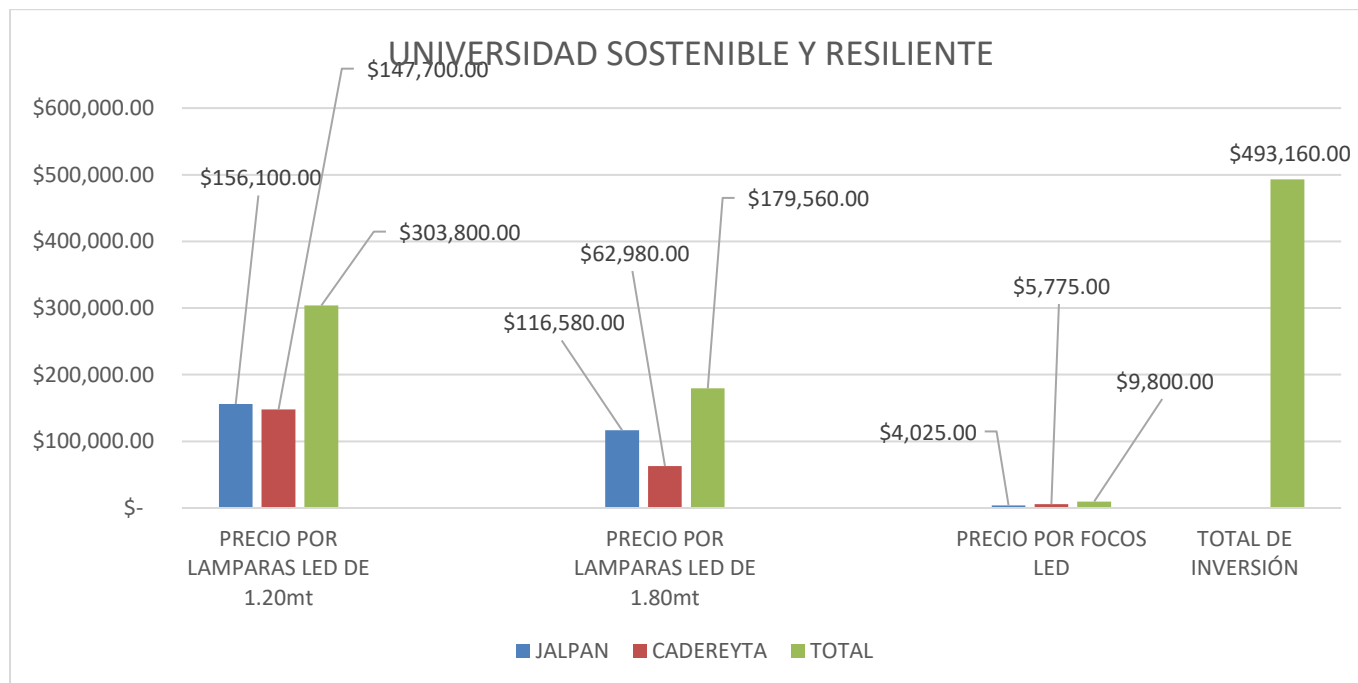
TIPO DE LÁMPARA	PRECIO APÓXIMADO
LED DE 1.20 mt	\$ 350.00
LED DE 1.80 mt	\$ 670.00
FOCO LED	\$ 35.00

**Fuente: Izarely Rosillo y Christopher Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.**

Para obtener el costo aproximado de la inversión es necesario multiplicar el costo unitario aproximado por el total de lámparas necesarias para la sustitución. En este sentido, se hace evidente lo siguiente:

El costo de inversión en los Campus Jalpan y Cadereyta de la Universidad Autónoma de Querétaro es menor a \$500,000 (quinientos mil pesos 00/00 m.n.)

**Gráfica 4. Estimación de precios integrales para adquisición de lámparas  
Campus Cadereyta y Jalpan**



Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.

### EJE 3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS Y BENEFICIOS EN LA SUSTITUCIÓN DE LUMINARIAS QUE CONTIENEN MERCURIO.

#### IMPACTOS Y BENEFICIOS

La energía es fundamental para el desarrollo cotidiano de las actividades que los universitarios realizan. El acceso universal a la energía asequible y no contaminante resulta esencial.

A partir de los datos recabados por este proyecto, se puede dar un aproximado mensual y por año de lo de impacto y huella ambiental, así como generación de CO2 en la Universidad, además, el costo por gasto por consumo energético que ello representa.

**Tabla 13. Estimación comparativa de la huella ecológica y consumo energético  
Campus Cadereyta y Jalpan**

Campus	Periodo (Fecha)	Huella ecológica	Costo
JALPAN	05/dic/17-04/sep/18	21.98	\$94,067.00
CADEREYTA	21dic/17-21/ago/18	9.06	\$118,428.00
TOTAL	05/dic/17-04/sep/18	31.04	\$212,495.00

Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.

En este sentido, se hace evidente lo siguiente:

**Tabla 16. Estimación y concentrado de consumo energético y huella ecológica  
Campus Cadereyta y Jalpan**

CAMPUS	COSTO APROXIMADO DE CONSUMO ENERGÉTICO POR AÑO	COSTO APROXIMADO CONSUMO ENERGÉTICO POR MES	APROXIMADO DE LA HUELLA ECÓLOGICA POR AÑO	APROXIMADO DE LA HUELLA ECÓLOGICA POR MES
JALPAN	\$ 125,422.67	\$10,451.89	29.31	2.44
CADEREYTA	\$ 157,904.00	\$13,158.67	12.08	1.01
TOTAL	\$ 283,326.67	\$23,610.56	41.39	3.45

**Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.**

Sustituir las lámparas de mercurio no solo impactaría en el medio ambiente al reducir considerablemente las emisiones de CO<sub>2</sub>, también traería un beneficio económico significativo para la universidad pues la implementación de tecnología LED se vería reflejada en la disminución del 60% en emisiones y costo energético.

**Tabla 17. Beneficios económicos y ambientales aplicando la sustitución de lámparas  
Campus Cadereyta y Jalpan**

Campus	COSTO APROXIMADO POR AÑO	COSTO APROXIMADO POR MES	APROXIMADO DE LA HUELLA ECÓLOGICA POR AÑO	APROXIMADO DE LA HUELLA ECÓLOGICA POR MES
JALPAN	\$50,169.07	\$4,180.76	11.72	0.98
CADEREYTA	\$63,161.60	\$5,263.47	4.83	0.40
TOTAL	\$113,330.67	\$9,444.22	16.55	1.38

**Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.**

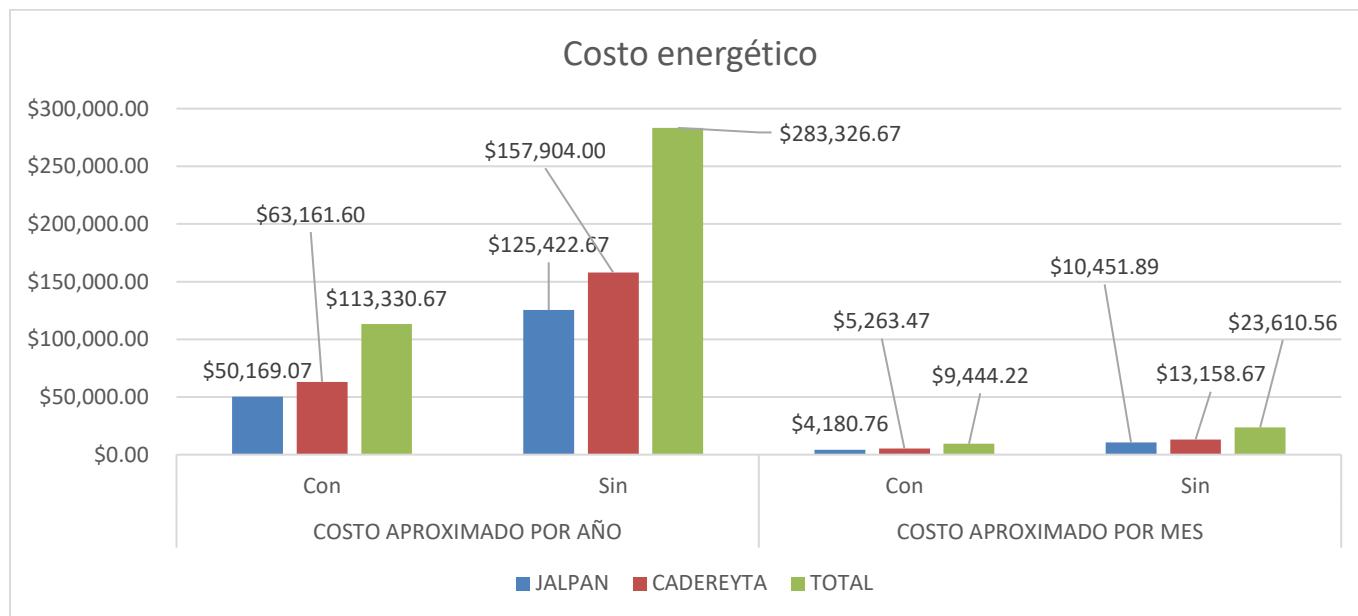
De lo anterior, se puede establecer un aproximado en los beneficios que traería consigo la sustitución de lámparas.

**Tabla 18. Comparativo de beneficios económicos y ambientales aplicando la sustitución de lámparas Campus Cadereyta y Jalpan**

Campus	COSTO APROXIMADO POR AÑO		COSTO APROXIMADO POR MES	
	Con	Sin	Con	Sin
JALPAN	\$50,169.07	\$125,422.67	\$4,180.76	\$10,451.89
CADEREYTA	\$63,161.60	\$157,904.00	\$5,263.47	\$13,158.67
TOTAL	\$113,330.67	\$283,326.67	\$9,444.22	\$23,610.56

Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.

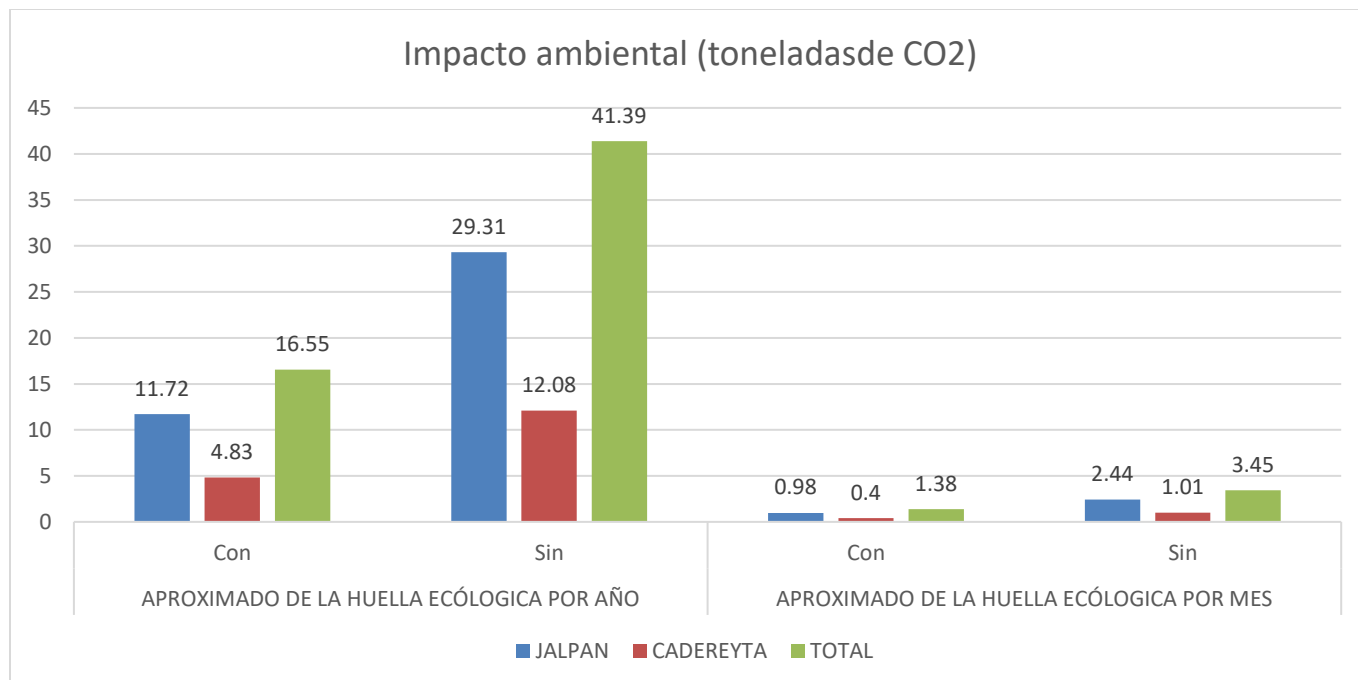
**Gráfica5. Comparativo de beneficios económicos y ambientales aplicando la sustitución de lámparas Campus Cadereyta y Jalpan**



Campus	COSTO APROXIMADO POR AÑO	COSTO APROXIMADO POR MES	APROXIMADO DE LA HUELLA ECÓLOGICA POR AÑO	APROXIMADO DE LA HUELLA ECÓLOGICA POR MES
JALPAN	\$ 50,169.07	\$4,180.76	11.72	0.98
CADEREYTA	\$ 63,161.60	\$5,263.47	4.83	0.40
TOTAL	\$ 113,330.67	\$9,444.22	16.55	1.38

Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.





**Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.**

De lo anterior, la reducción económica y la mitigación ambiental aproximada se vería reflejada de la siguiente manera:

**Tabla 19. Comparativo del ahorro derivado de los beneficios económicos y ambientales aplicando la sustitución de lámparas Campus Cadereyta y Jalpan**

Campus	AHORRO APROXIMADO POR AÑO	AHORRO APROXIMADO POR MES	REDUCCIÓN DE LA HUELLA ECÓLOGICA POR AÑO	REDUCCIÓN DE LA HUELLA ECÓLOGICA POR MES
JALPAN	\$75,253.60	\$6,271.13	17.59	1.46
CADEREYTA	\$94,742.40	\$7,895.20	7.25	0.61
TOTAL	\$169,996.00	\$14,166.34	24.84	2.07

**Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.**

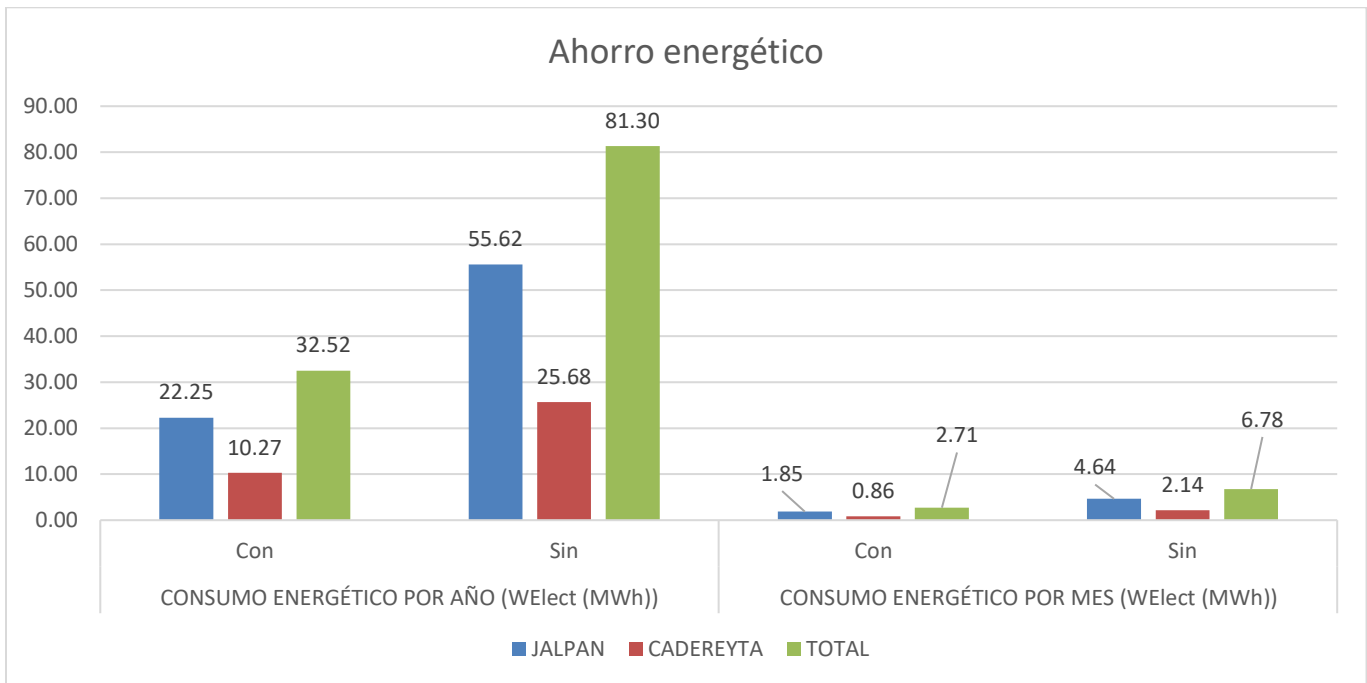
De lo anterior, se puede establecer un aproximado en los beneficios que traería consigo la sustitución de lámparas: Ahorro energético

**Tabla 20. Comparativo del ahorro energético aplicando la sustitución de lámparas Campus Cadereyta y Jalpan**

Campus	CONSUMO ENERGÉTICO POR AÑO (Welect (MWh))		CONSUMO ENERGÉTICO POR MES (Welect (MWh))	
	Con	Sin	Con	Sin
JALPAN	22.25	55.62	1.85	4.64
CADEREYTA	10.27	25.68	0.86	2.14
TOTAL	32.52	81.30	2.71	6.78

Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.

**Gráfica 6. Comparativa del ahorro energético aplicando la sustitución de lámparas Campus Cadereyta y Jalpan**



Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.

Tomando en cuenta la captura unitaria de carbono por opción de mitigación en bosques mexicanos (Maser y Ordoñez, 1997)

**Tabla 21. Captura unitaria de carbono por opción en bosques mexicanos**

Opción	Carbono en veget. (tC/ha)	Carbono en veget. Aérea (tC/ha)	Carbono en materia en desc. (tC/ha)	Carbono en el suelo (tC/ha)	Carbono en prod. (tC/ha)	Carbono sustit. (tC/ha/año)	Carbono total unitario (tC/ha)	Secuestro neto de C	
								Alta (tC/ha)	Baja (tC/ha)
<i>Conservación</i>								Emisiones evitadas de carbono	
Áreas naturales protegidas									
Bosque de pino	56	43	4	109-120	n.d.	n.d.	169-180	86	50
Bosque de encino	39	30	3	30-120	n.d.	n.d.	72-162	69	33
Selva alta	44	120	20	66-115	n.d.	n.d.	230-279	173	113
Selva baja	68	42	7	30-100	n.d.	n.d.	104-174	87	57
Bosques manejados									
Bosque	97	74	8	109-120	9	n.d.	222-233	134	98
Selva	44	120	20	66-115	9	n.d.	239-279	182	148
Estufas mejoradas								tC/est/año 1.0	tC/est. 42

**Fuente: Izarely Rosillo y Christopher Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.**

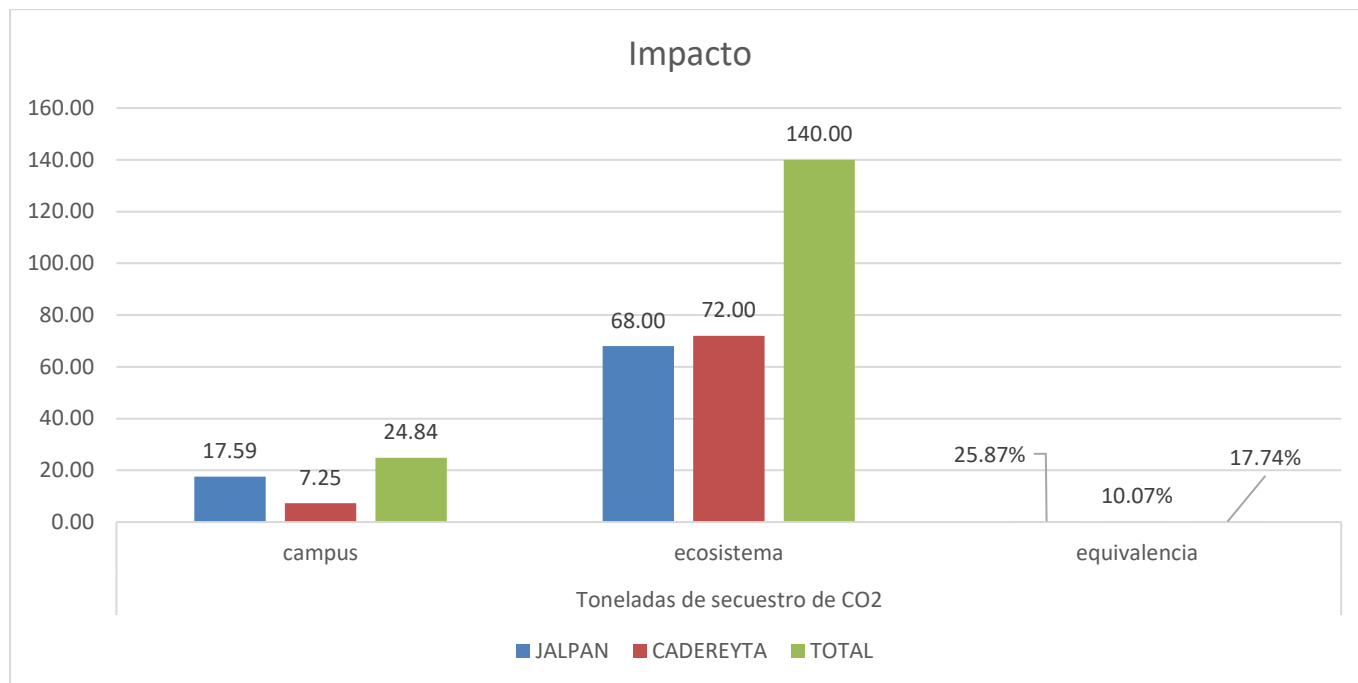
En este sentido, la equivalencia de las lámparas LED con áreas naturales se representa de la siguiente manera:

**Tabla 22. Equivalencia de las lámparas LED con áreas naturales  
Campus Cadereyta y Jalpan**

Campus	Toneladas de secuestro de CO2		
	campus	ecosistema	equivalencia
COMPARACIÓN			
JALPAN	17.59	68.00	25.87%
CADEREYTA	7.25	72.00	10.07%
TOTAL	24.84	140.00	17.74%

**Fuente: Izarely Rosillo y Christopher Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.**

**Gráfico 7. Equivalencia de las lámparas LED con áreas naturales  
Campus Cadereyta y Jalpan**



**Fuente: Izarely Rosillo y Christoper Gutiérrez Ramírez. Elaboración propia.**

De lo anterior, la disminución del impacto ambiental a consecuencia de la sustitución de lámparas con tecnología LED sería de tal relevancia que se le podría asemejar al trabajo que emplean ecosistemas de nuestras reservas naturales en cuanto al secuestro de CO<sub>2</sub>.

Por lo que respecta al campus Jalpan, encontrándose en un ecosistema de bosque de pino, la sustitución de lámparas en este campus sería igual a un cuarto del trabajo que hace una hectárea de bosque de pino por cada año de su vida útil. Por su parte, el campus Cadereyta se encuentra en una zona geográfica cuyo ecosistema se le puede catalogar como selva baja, en este sentido, el proyecto de universidad sostenible y resiliente se equipararía con la novena parte que una hectárea de selva baja absorbería de CO<sub>2</sub> por cada año de su vida útil.

### Conclusiones

- La disminución del impacto ambiental a consecuencia de la sustitución de lámparas con tecnología LED sería de tal relevancia que se le podría asemejar al trabajo que emplean ecosistemas de nuestras reservas naturales en cuanto al secuestro de CO<sub>2</sub>.
- Por lo que respecta al campus Jalpan, encontrándose en un ecosistema de bosque de pino, la sustitución de lámparas en este campus sería igual a un cuarto del trabajo que hace una hectárea de bosque de pino por cada año de su vida útil.
- Por su parte, el campus Cadereyta se encuentra en una zona geográfica cuyo ecosistema se le puede catalogar como selva baja, en este sentido, el proyecto de universidad sostenible y resiliente, se equipararía con la novena parte que una hectárea de selva baja absorbería de CO<sub>2</sub> por cada año de su vida útil.

## Recomendaciones

- La solución para eliminar el alto consumo energético sería por medio de la sustitución a lámparas LED. Pues, tienen una vida útil de más 20 años y consumen hasta un 60% menos de energía para generar la misma intensidad de luz.
- Generar una conciencia sostenible ejemplar ante la sociedad empezando por las aulas.
- Mejorar el bienestar y el confort visual de las personas a través de las lámparas LED.
- Reducir los gastos por el consumo de energía eléctrica y huella ecológica.

## Bibliografía

Castro Díaz, José. (2013) *Evaluación de los suministros de mercurio primario y secundario en México*. Comisión para la Cooperación Ambiental.

Convención de Minamata sobre mercurio. 2013.

INEGI (2018) Sistema de Cuentas Nacionales de México, 2018.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2013) *Informe 2012 Actividades y Resultados*. Aguascalientes, México: INEGI.

MÉXICO: Congreso de la Unión (2012). *Ley General de Cambio Climático*.

ONU Programa para el Medio Ambiente. (18 de febrero de 2019). Nueva Iniciativa destinará US\$ 180 millones a reducir las emisiones de mercurio en la minería, Recuperado de <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/nueva-iniciativa-destinara-us-180-millones-reducir-las>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2014) *Informe anual de 2013*.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). Guía de Usuario Registro Nacional de Emisiones (RENE) 2ª edición. México, GIZ/SEMARNAT.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (s.f.) Registro Nacional de Emisiones (RENE), Disponible en <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/registro-nacional-de-emisiones-rene>