



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**Programa Único de Especializaciones en Ingeniería**

**Diagnostico Energético  
a un Taller Mecánico**

**TESINA**

Que para obtener el título de

**Especialista en Ahorro y Uso Eficiente de la Energía**

**PRESENTA**

Aarón Gracida Valois

**DIRECTOR DE TESINA**

MI Iván Urzúa Rosas



Ciudad Universitaria, CDMX, 2021



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
Índice de Tablas.....	3
Índice de Figuras .....	3
Índice de Anexos .....	4
INTRODUCCIÓN .....	5
CAPÍTULO I. Marco Contextual.....	7
1.1 Situación actual .....	7
1.2 Planteamiento del problema .....	9
1.3 Justificación .....	10
1.4 Objetivos .....	10
1.4.1 Objetivo General .....	10
1.4.2 Objetivos Específicos.....	10
CAPÍTULO II. Marco teórico conceptual.....	11
2.1 MiPYME en México .....	11
2.2 Diagnostico energético.....	11
2.3 Normas .....	13
CAPÍTULO III. Metodología.....	15
3.1 Equipo.....	16
CAPÍTULO IV. Resultados.....	17
4.1 Análisis de tarifas .....	17
4.2 Analizador de redes.....	20
4.2.1 Demanda .....	20
4.2.2 Consumo.....	22
4.2.3 Factor de Potencia.....	24
4.2.4 Tensión .....	24
4.2.5 Corriente .....	26
4.3 Censo de Equipos .....	29
4.3.1 Oficina .....	29
4.3.2 Taller.....	31
4.3.3 Iluminación.....	32
4.3.4 Matriz Energética .....	33

4.3.5. Indicadores .....	35
4.4 Balance de Energía .....	36
CAPÍTULO V. Conclusiones y recomendaciones.....	38
5.1 Recomendaciones Generales .....	38
5.2 Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética.....	39
5.3 CONCLUSIONES .....	42
BIBLIOGRAFÍA .....	44
ANEXOS .....	45

## Índice de Tablas

Tabla 1. Equipo.....	17
Tabla 2. Simulador .....	17
Tabla 3. Precio kWh.....	17
Tabla 4. Historial de recibos CFE .....	18
Tabla 5. División de recibos históricos .....	20
Tabla 6. Consumo aproximado.....	23
Tabla 7. Censo Oficina .....	29
Tabla 8. Censo Taller .....	31
Tabla 9. Censo Iluminación .....	32
Tabla 10. Balance de Energía .....	37
Tabla 11. Análisis de resultados .....	37
Tabla 12. MAE: Cambio de Refrigerador .....	39
Tabla 13. MAE: Cambio de Luminarias.....	40
Tabla 14. MAE: Cambio del Tejado .....	41

## Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación en el mapa .....	7
Figura 2. Entrada del taller mecánico .....	8
Figura 3. Diagrama organizacional .....	8
Figura 4. Plano del taller 2D .....	9
Figura 5. Plano del taller 3D .....	9
Figura 6. Comportamiento histórico bimestral del consumo .....	19
Figura 7. Demanda Semanal.....	21
Figura 8. Demanda Viernes .....	22
Figura 9. Consumo Semanal.....	24
Figura 10. Factor de Potencia Semanal.....	24
Figura 11. Tensión 1-2 .....	25
Figura 12. Tensión 2-3 .....	25
Figura 13. Tensión 1-3 .....	25

Figura 14. Corriente Fase 1 .....	27
Figura 15. Corriente Fase 2 .....	27
Figura 16. Corriente Fase 3 .....	27
Figura 17. Desbalance en la corriente.....	28
Figura 18. Consumo Oficina .....	30
Figura 19. Consumo Taller.....	31
Figura 20. Consumo Iluminación.....	33
Figura 21. Demanda diaria de las 3 áreas .....	34
Figura 22. Consumo diario de las 3 áreas.....	34
Figura 23. Simulación iluminación en patio del taller .....	36

## Índice de Anexos

Anexo 1. Factor de Potencia por día .....	45
Anexo 2. Tensión entre fases .....	45
Anexo 3. Corriente entre fases.....	45
Anexo 4. Niveles de Iluminación .....	46
Anexo 5. Datos de placa motor del compresor.....	47
Anexo 6. Caja de fusibles abierta .....	47
Anexo 7. Patio del taller (frente).....	48
Anexo 8. Patio del taller (atrás).....	48
Anexo 9. Oficina del taller .....	49
Anexo 10. Motor del compresor .....	49
Anexo 11. Caja de Fusibles.....	50
Anexo 12. Medidor de CFE.....	50

# INTRODUCCIÓN

En la siguiente tesina, se desarrolla un diagnóstico energético nivel 1 a un taller mecánico, con base en las actividades realizadas.

- Censo de equipos más relevantes.
- Estudio de los recibos de luz de un periodo aproximando entre 12 y 24 meses.
- La medición eléctrica con el analizador de redes.

El lugar está ubicado en la alcaldía Magdalena Contreras en la Ciudad de México. Dicho estudio se basó en los conocimientos adquiridos durante El Programa Único de Especializaciones de Ingeniería en el Ahorro y Uso Eficiente de la Energía Térmica y Eléctrica.

Un aspecto importante en este proyecto es el cambio de consumo de energía eléctrica tan repentino que se da durante el año 2019, ya que durante varios años se había tenido un consumo pequeño sin ningún tipo de comportamiento extraño, ya que las actividades han sido las mismas y no ha influido en el consumo eléctrico la carga o escasez de trabajo por ciertas temporadas; sin embargo, en el segundo bimestre del año 2019 el consumo se cuadruplicó sin razón aparente, teniendo durante esas fechas el cambio del medidor de luz por uno digital y a partir de entonces el consumo elevado se mantuvo siendo el mismo durante todo un año hasta el mes de marzo de 2020 cuando ocurrió la pandemia y tuvieron que parar sus actividades.

El proyecto describe la situación actual del establecimiento a través de los siguientes puntos:

- Análisis de los recibos históricos por parte de CFE
- Análisis del consumo y demanda del taller mecánico
- Censo de los equipos utilizados en las actividades del negocio
- Propuestas de medidas de ahorro de energía con base en el análisis de resultados

El taller fue dividido en 3 áreas: Patio del taller, oficina e iluminación; las cuales fueron censadas en una visita al lugar. El análisis de las tres áreas fue realizado durante una semana. Aunado a esto, se determinó el porcentaje del consumo de cada una de ellas que representan del total de la facturación del establecimiento y se utilizaron los datos históricos de registro del tercer bimestre del 2018 al segundo bimestre del 2020.

A partir de la comparación de la facturación, mediciones y censo; se encontraron las áreas de oportunidad del inmueble y se generaron propuestas para ser evaluadas para su implementación; además de esto, en este documento se

presentan otras recomendaciones que pudieran ser retomadas para un estudio más exhaustivo del estatus actual a nivel energético del negocio.

El análisis energético realizado al taller mecánico muestra que su mayor oportunidad encontrada para tener un ahorro de energía es en sus luminarias y su refrigerador, con base en el estudio descrito en el presente trabajo se propone el cambio de tecnología de todas las lámparas fluorescentes y la de algunos de sus equipos de oficina, ya que de esta forma no sólo se ve una ventaja en el ahorro de la energía, sino también hará que el lugar cumpla con las normas requeridas en los criterios de iluminación.

Las medidas a tomar serán el cambio de lámparas fluorescentes por tipo LED, cambio del refrigerador por uno más pequeño y actual y la instalación de algunas láminas de acrílico para el tejado. El valor de la inversión total será de \$6 850 ahorrando con ello un consumo de energía aproximado de 129 kWh/mes, siendo esto un ahorro de \$434.6/mes. Con los ahorros anteriormente señalados, se estima que la recuperación de la inversión se podrá ver alrededor de 5 meses. Para la parte de luminaria y 4 años a largo plazo para el refrigerador.

# CAPÍTULO I. Marco Contextual

## 1.1 Situación actual

El lugar de estudio se encuentra ubicado en la dirección Emilio Carranza #41 Colonia La Magdalena Contreras, Alcandía La Magdalena Contreras, Ciudad de México CP10910. En la Figura 1 se observa su ubicación en el mapa.

La microempresa es un taller mecánico que se dedica a la reparación y mantenimiento de automóviles tipo gasolina y diésel. Tiene un horario de lunes a viernes de 9:00 a 18:00, sábados de 9:00 a 14:00. Cuenta con espacio de 250 m<sup>2</sup> para dar servicio a máximo 10 automóviles. Su principal función se basa en el mantenimiento de motores de gasolina. Cuenta con un espacio designado para la reparación de los automóviles y una oficina dedicada a la recepción de los clientes y administración del taller.

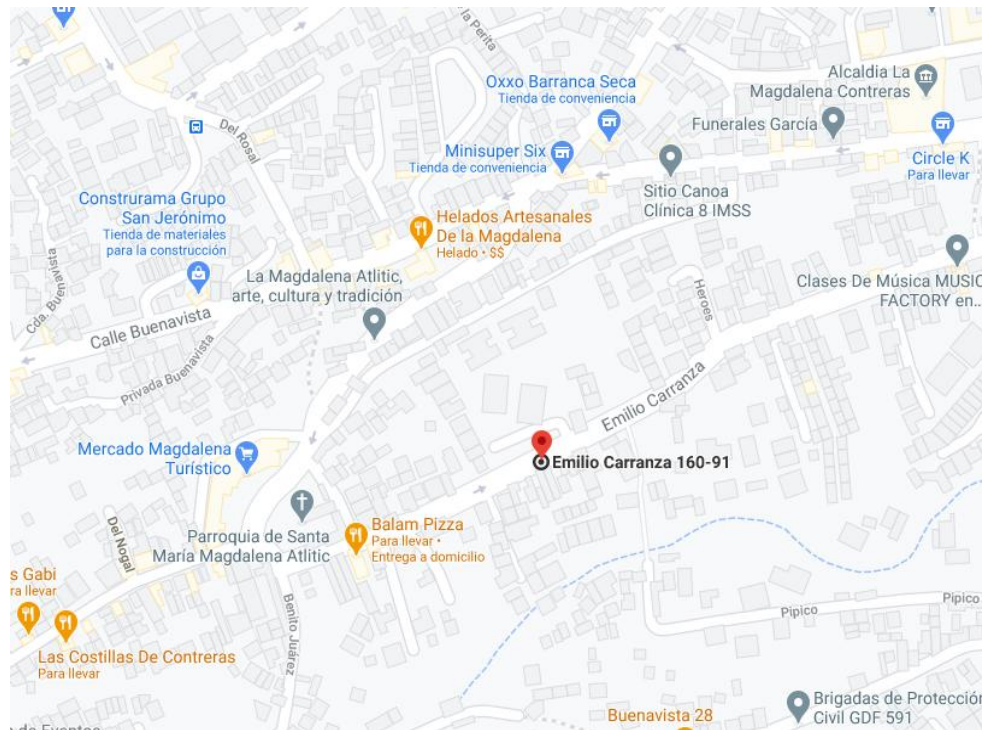


Figura 1. Ubicación en el mapa<sup>1</sup>

Normalmente los horarios de trabajo se dividen en 2, horario de oficina 9:00 a 18:00 y horario de taller 9:00 a 22:00, esto debido a que hay veces que los mecánicos permanecen más tiempo en el lugar para terminar trabajos pendientes o probar el funcionamiento de los autos reparados.

<sup>1</sup> Fuente: Google Maps (diciembre 2020)



En la Figura 2 se observa la fachada de la entrada del negocio.



Figura 2. Entrada del taller mecánico<sup>2</sup>

Tiene 10 empleados en total la organización, así como un velador durante las noches, en un turno de 22:00 a 9:00 del día siguiente, todos los días de la semana. En la Figura 3 se describe la organización.

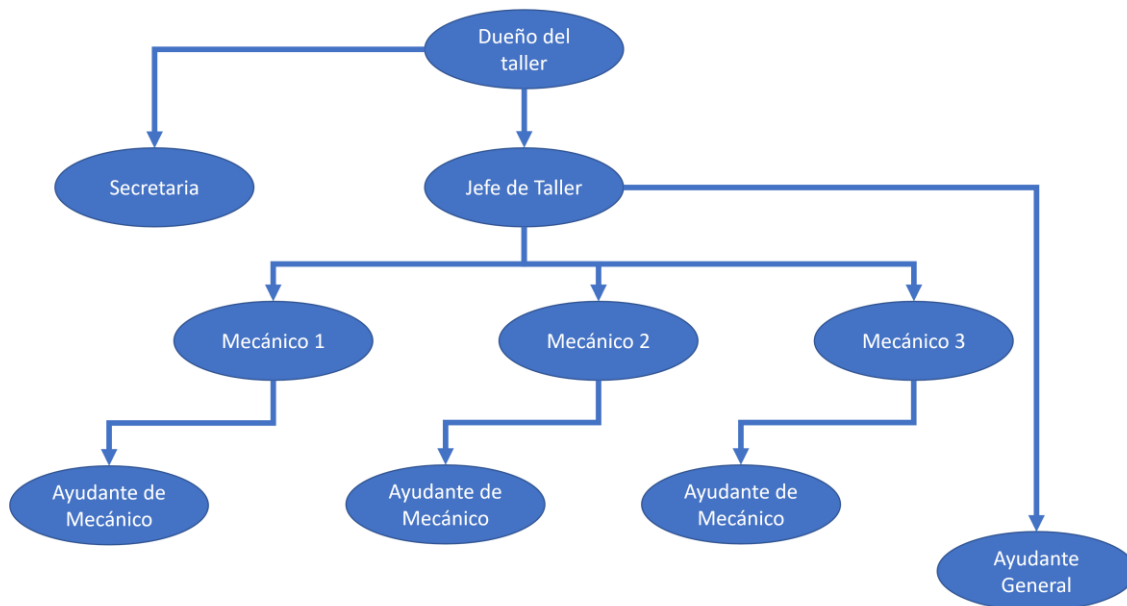
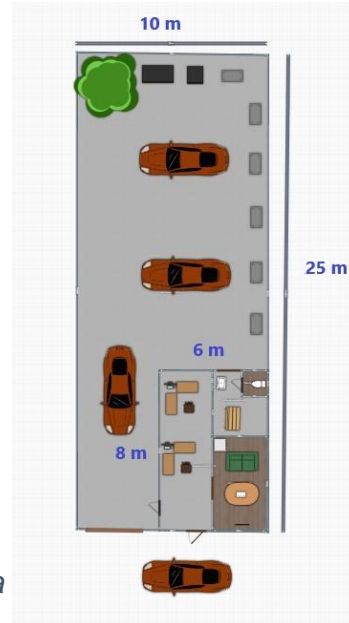


Figura 3. Diagrama organizacional<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Fuente: Google Maps (diciembre 2020)


Los equipos que se tienen en la oficina van desde aparatos de oficina como son computadoras, monitores, impresoras, etc. Mientras que en el patio del taller cuenta con esmeriles, una planta de soldar y un compresor.

*En este caso se realizó el estudio al lugar completo, la oficina y el patio de*



*reparaciones. En la*



Figura 4. Plano del taller 2D y la , se muestran los planos que conforman al taller mecánico, en ambas vistas 2D y 3D

<sup>3</sup> Fuente: Creación propia con base en referencias del dueño del taller

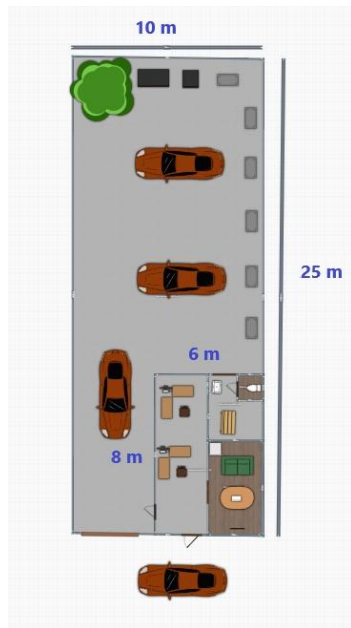


Figura 4. Plano del taller 2D<sup>4</sup>



Figura 5. Plano del taller 3D<sup>5</sup>

El taller tiene alrededor de 30 años laborando en el mercado, durante este periodo ha sufrido varios cambios como la construcción de mayor superficie de terreno y sobre todo el requerimiento de nuevos equipos de trabajo para las tareas cotidianas propias de un taller mecánico

Actualmente se tiene un uso de energía eléctrica moderado, con cargos de la energía eléctrica algo elevados en algunos meses. A finales del año 2018 se ha notado un cambio en el pago de la electricidad.

## 1.2 Planteamiento del problema

Se ha visto un incremento en el pago de la electricidad bimestral de los recibos históricos durante el año 2019 en el taller mecánico, específicamente a partir del mes de mayo de un consumo en promedio de 115 kWh a un consumo de 480 kWh.

En los últimos años no se ha dado mantenimiento a los equipos utilizados, así como las instalaciones eléctricas del taller.

Se busca saber si existe alguna oportunidad para poder reducir el costo que se tiene que pagar por el servicio de la energía eléctrica.

<sup>4</sup> Fuente: Planner 5D (diciembre 2020)

<sup>5</sup> Fuente: Planner 5D (diciembre 2020)

### 1.3 Justificación

La finalidad de la tesina es realizar un diagnóstico energético al taller mecánico en donde se ha visto en sus recibos históricos el aumento de pago durante el año 2019.

La importancia de estas mediciones es el saber cómo se está aprovechando la energía eléctrica que se tiene suministrada en el taller de manera eficiente o que factores están alterando para tener los resultados actuales.

Sabiendo el estatus del negocio actual en su consumo de energía se podrán identificar varias oportunidades para el ahorro de energía o dar un uso adecuado a cada uno de los equipos a utilizar.

Con base al estudio anteriormente descrito se espera llegar a tener principalmente un beneficio económico para el negocio al implementar las posibles medidas de ahorro de energía

### 1.4 Objetivos

#### 1.4.1 Objetivo General

Identificar el uso de la energía eléctrica sustentado en un diagnóstico energético, con dicho trabajo proporcionar si existe alguna oportunidad para aplicar medidas de ahorro o uso eficiente de energía.

#### 1.4.2 Objetivos Específicos

- *Determinar cuáles son los equipos que tienen una mayor demanda y consumo en las tareas cotidianas en el taller mecánico*
- *Reconocer, si es el caso, de alguna medida de ahorro de energía en las diferentes áreas de consumo del taller.*

## CAPÍTULO II. Marco teórico conceptual

### 2.1 MiPYME en México

En el país existen 231 mil 678 establecimientos que se dedican a la reparación y mantenimiento de automóviles y camiones.

Por cada 100 hogares que hay en México, existen 56 vehículos, desde los subcompactos hasta las pickups. Se invierte para las refacciones y mantenimiento, un 7% del gasto trimestral.

Menos del 10% de los talleres tiene las herramientas técnicas y la capacitación adecuada de su personal para reparar eficientemente una unidad.

Actualmente en las empresas existe la preocupación de reducir su consumo de energía eléctrica, como una medida para lograr ser más competitivas, reduciendo sus gastos de producción. Además, la tendencia en el entorno empresarial de buscar opción para alcanzar el reconocimiento de empresa sustentable, requisito que se ha vuelto una exigencia de la sociedad.

PROMÉXICO define a la producción de una empresa sustentable como el uso de servicios y productos, que responden a las necesidades básicas, mejoran la calidad de vida y, a la vez, minimizan el uso de recursos naturales y materiales tóxicos, así como las emisiones de desechos y contaminantes durante el ciclo de vida del servicio o producto, sin poner en riesgo las necesidades de las generaciones futuras (PROMÉXICO, 2016). Es decir, que se busca ser amigables con el medio ambiente, teniendo una relación estrecha con el crecimiento económico sin arriesgar a las generaciones futuras. Las empresas buscan alternativas para lograr alcanzar dicho estatus, por lo que la eficiencia energética se ha vuelto indispensable en los sistemas integrales de gestión.

## 2.2 Diagnóstico energético

Un diagnóstico energético es un estudio básico de eficiencia energética en el que se realiza una visita de los expertos a las instalaciones del cliente.

Mejorar el rendimiento energético puede proporcionar beneficios rápidos a una organización, maximizando el uso de sus fuentes de energía y los activos relacionados con la energía, lo que reduce tanto el coste de la energía como el consumo. La organización también contribuye positivamente en la reducción del agotamiento de los recursos energéticos y la mitigación de los efectos del uso de energía en todo el mundo, tal como el calentamiento global.

El objetivo del estudio es elaborar una relación de medidas y recomendaciones generales en eficiencia energética de aplicación a la tipología y características particulares del edificio o local objeto del diagnóstico.

El estudio incluye una estimación del cálculo del ahorro energético que puede suponer la implementación de cada una de las medidas propuestas y un análisis de viabilidad económica de las inversiones necesarias.

Tiene como propósito:

- a) Identificar el consumo por usos finales de energía eléctrica, térmica y combustibles en los inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones.
- b) Establecer el nivel de eficiencia de su utilización por equipos, aparatos, sistemas y procesos, en términos de índices energéticos.
- c) Proponer las medidas de uso eficiente de la energía de forma integral; determinar los beneficios energéticos, económicos y ambientales.

La finalidad de realizar un diagnóstico energético es encontrar áreas de oportunidad para optimizar el uso y/o disminuir los costos asociados a la utilización de la energía, sin reducir el confort y la calidad de vida de los usuarios, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando la sostenibilidad del inmueble.

El diagnóstico debe de tener los siguientes aspectos:

- ✓ Recopilación de información
- ✓ Evaluación estado actual
- ✓ Mediciones de energía existentes.
- ✓ Potencia kW
- ✓ Consumo energético kWh
- ✓ Factor de potencia
- ✓ Nivel de iluminación
- ✓ Etc.

A su vez podemos dividirlo en 4 fases:

- Primera fase. Comportamiento histórico del consumo de energía y determinación de índices energéticos actuales.
- Segunda fase. Diagnóstico de las condiciones y rutinas de operación y mantenimiento en su relación con el uso de energía.
- Tercera fase. Balance general para identificar las posibles medidas de ahorro y eficiencia de energía
- Cuarta fase. Reporte comparativo con la solución propuesta.

Las medidas para el ahorro y el uso eficiente de la energía se pueden clasificar en tres tipos:

- ✓ Medidas preventivas, aquellas que puede implementar el usuario sin ninguna inversión y que consisten en la concientización en el desperdicio de energía y el uso inadecuado de los dispositivos energéticos y la capacitación en los cambios que se deben seguir para corregirlos.
- ✓ Medidas de gestión y mantenimiento, se usan para corregir desperfectos en los dispositivos energéticos, evitar pérdidas de energía y mejorar las cuestiones de seguridad.
- ✓ Medidas de sustitución de tecnología, implican una inversión monetaria en equipo o materiales que se justifica a corto, mediano o largo plazo por los ahorros importantes en el gasto por uso de energía, consisten en el reemplazo de equipos obsoletos o dispositivos que consumen mucha energía a causa de un bajo factor de eficiencia. Dentro de estas medidas se debe impulsar la utilización de tecnologías de energías renovables

### 2.3 Normas

Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto:

- a) Establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes, con el propósito de que sean proyectados y construidos haciendo un uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética sin menoscabo de los niveles de iluminancia requeridos.
- b) Establecer el método de cálculo para la determinación de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) de los sistemas de alumbrado de edificios nuevos no residenciales, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes con el fin de verificar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

### Objetivo

Establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores.

Esta Norma es importante para:

- ✓ Ofrecer un buen ambiente laboral, para el trabajador.
- ✓ Localizar áreas de oportunidad.
- ✓ Prevenir accidentes y daños a las instalaciones.
- ✓ Estar prevenidos, para una visita de la Secretaría del trabajo y prevención social.  
(Evitar sanciones de algún tipo).
- ✓ Forman parte del Proceso de adquirir una certificación o para satisfacer a sus clientes.



## CAPÍTULO III. Metodología

El estudio realizado en el inmueble se llevó a cabo en 4 fases, las cuales se describen a continuación:

✓ Fase 1: Recopilación de la información.

Para esta fase se llevó a cabo una investigación previa del taller mecánico en sus actividades y los recibos históricos de CFE, se hizo un censo de luminarias y equipos eléctricos y se identificaron posibles problemáticas y áreas de oportunidad a simple vista.

✓ Fase 2: Análisis Energético.

Se realizó la instalación del medidor de redes y los resultados del instrumento fueron analizados detalladamente, contrastándolos con la recopilación de información anterior, encontrando patrones de consumo y problemáticas.

✓ Fase 3: Evaluación de Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética.

Con base en los resultados y observaciones de las fases 1 y 2, se evaluaron posibles medidas de ahorro aplicables para este negocio.

✓ Fase 4: Informe de medidas de Ahorro y Uso eficiente de la Energía.

Las medidas de ahorro y los resultados del estudio se resumen en el presente documento y en sus anexos en Excel.

Para la primera fase, de recopilación de información, se proporcionaron los recibos de la luz por parte de dueño del taller a partir del tercer bimestre del año 2018 al segundo bimestre del año 2020; dicha información fue comparada con los resultados obtenidos en la fase 2.

Debido a la pandemia ocurrida en el mes de marzo del 2020 no fue posible el realizar el censo de los equipos hasta la reapertura del taller en el día 8 de agosto del 2020 en un horario de 10:00 a 13:00.

El procedimiento ejecutado en la visita al taller fue la siguiente:

- Reconocimiento inicial de la institución, historia del negocio, aspecto e instalaciones del inmueble, duración aproximada 1 hora.

- Censo de los equipos disponibles durante ese día, duración aproximada de 2 horas.

El censo de equipos fue durante las horas del mediodía, por lo que sólo se pudieron observar los hábitos de consumo de dichas horas, las cuales fueron complementadas con información estimada por el personal del taller.

En la fase 2, análisis energético, se instaló el analizador de redes el lunes 03 de agosto del 2020 a las 13:40 h, hasta el domingo 09 del mismo mes y año a las 20:00h, con intervalos de tiempo de muestra de 5 min.

Se procedió a determinar el estatus histórico y actual del uso de la energía eléctrica en el taller mecánico a partir de un análisis de los recibos históricos de energía eléctrica (12 bimestres), 1 semana de medición instalada en la caja de fusibles del negocio y el censo de equipos comparado con las mediciones del lugar.

En el caso del análisis de los recibos de facturación eléctricos, se analizaron los cambios en consumo y facturación durante el periodo estudiado y se hizo un análisis detallado de la tarifa, mostrándose discrepancias en la facturación.

En lo referente al análisis de la medición llevada a cabo en el taller, se estudiaron los datos obtenidos, comparándose consumos por día y se determinaron perfiles de demanda y consumo. Aunado a esto, se analizaron los comportamientos de las diferentes variables eléctricas y se propusieron áreas de oportunidad y recomendaciones para futuros estudios.

Finalmente, para el análisis del censo de equipos, se hizo la contabilidad del número de equipos y luminarias, así como el levantamiento de los datos de demanda de cada uno de ellos con sus horas de uso.

Para la fase 3, evaluación de medidas de ahorro y uso eficiente de energía, se analizaron los datos obtenidos de la fase del análisis energético y se analizaron posibles medidas de ahorro de energía, redactándose todas en este estudio.

### 3.1 Equipo

En la Tabla 1 se muestra el instrumento utilizado en la realización del análisis de la red eléctrica, mientras que en la Tabla 2 se muestra el simulador utilizado para la sección de iluminación.

Tabla 1. Equipo<sup>6</sup>

Equipo	Marca	Modelo	Características
Analizador de Redes	HT	PQA 824 1.35	Conectado del 03 al 09 de agosto del 2020.

Tabla 2. Simulador<sup>7</sup>

Simulador	Marca	Características
Calculadora de DPEA	Visual Interior Tool	Se usó durante el mes de enero de 2020. Tomando como referencia el patio del taller con los focos T8

## CAPÍTULO IV. Resultados

### 4.1 Análisis de tarifas

El primer paso para realizar el estudio energético del taller fue el analizar la tarifa y los recibos del suministrador de la electricidad (CFE).

Conforme la información de CFE recabada de su página de internet para la Zona Sur del Valle de México, en la alcaldía Magdalena Contreras en el año 2019 se obtuvieron los siguientes costos fijos y variables, con base en ellos se realizó un promedio para saber el precio kWh que se manejó en la mayor parte de los recibos. Ver Tabla 3.

Tabla 3. Precio kWh<sup>8</sup>

Semestre	Cargo Fijo	Cargo Variable [\$/kWh]		
1	\$ 135.34	3.342		
2	\$ 135.34	3.376		
3	\$ 135.34	3.426	Cargo Fijo Promedio	\$ 135.34
4	\$ 135.34	3.426	Precio kWh Promedio [\$/kWh]	3.369
5	\$ 135.34	3.336		

<sup>6</sup> Fuente: Creación propia, con base en manual del equipo

<sup>7</sup> Fuente: Creación propia, con base a simulación de DPEA del taller

<sup>8</sup> Fuente: Portal de CFE (diciembre 2020)

Los recibos compartidos por el taller mecánico comienzan en el tercer semestre de del 2018 y terminan en el segundo semestre del 2020.

Se tomó el año 2019 como referencia para hacer este análisis.

El tipo de tarifa que maneja el taller es PDBT (Pequeña Demanda (hasta 25kW-mes) en Baja Tensión), sustentado en la Tabla 4, podemos decir que es adecuada para el tipo de establecimiento.

Durante el tercer semestre del año 2019 hubo un cambio de medidor de luz, esto debido a que fue dañado durante el ingreso de un auto al patio del taller.

A continuación, se tiene la Tabla 4 y la Figura 6 de los recibos recabados durante las fechas anteriormente mencionadas.

Tabla 4. Historial de recibos CFE<sup>9</sup>

	Bimestre	Inicio	Fin	kWh	\$ MXN
2020	2	06-mar	08-may	154	\$ 765
	1	08-ene	06-mar	486	\$ 2,046
	6	06-nov	08-ene	565	\$ 2,324
2019	5	05-sep	06-nov	497	\$ 2,065
	4	08-jul	05-sep	438	\$ 1,893
	3	08-may	08-jul	471	\$ 2,031
	2	06-mar	08-may	109	\$ 584
	1	08-ene	06-mar	116	\$ 605
	6	07-nov	08-ene	115	\$ 598
2018	5	07-sep	07-nov	118	\$ 706
	4	09-jul	07-sep	117	\$ 650
	3	09-may	09-jul	112	\$ 547



<sup>9</sup> Fuente: Compilado de recibos proporcionados por el taller

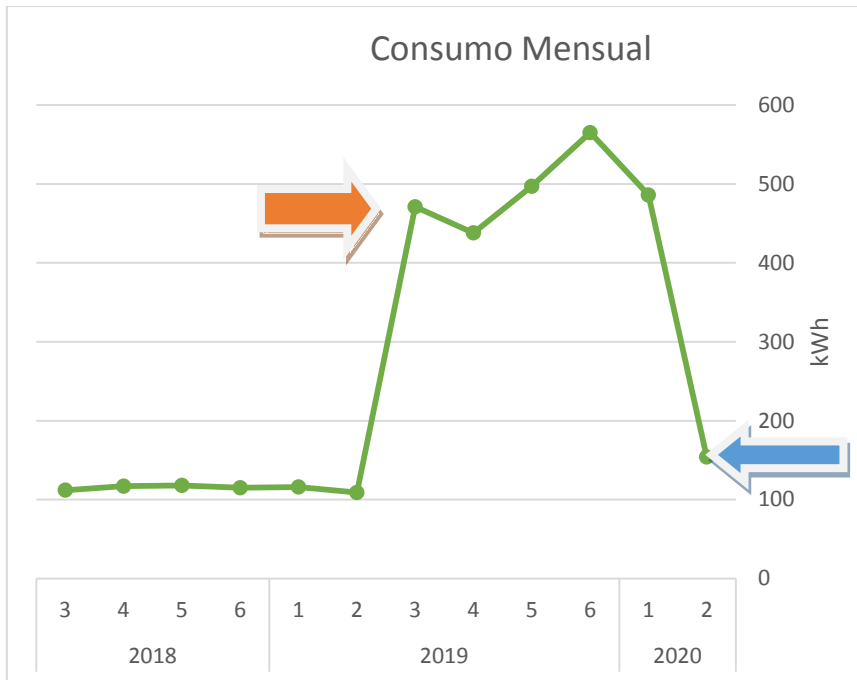


Figura 6. Comportamiento histórico bimestral del consumo<sup>10</sup>

Se observa en la gráfica que hay cambio considerable en el tercer bimestre del año 2019, cuadruplicando el consumo de energía y una baja para el segundo bimestre del 2020.

Durante el periodo de incremento del consumo fue el cambio de medidor por parte de CFE, el medidor nunca fue cambiado desde el inicio del negocio.

En el último bimestre de estudio la baja del consumo se debe a la pandemia ocurrida en el mes de marzo, lo que produjo un cierre temporal del taller, abriendo de nueva cuenta para el mes de agosto.

Con base en los datos anteriores, se separó el historial de recibos en 3 partes.

- Parte 1. Años anteriores al cambio de medidor.
- Parte 2. Cambio del medidor a la pandemia.
- Parte 3. Pandemia al tiempo actual.

Para efectos de este estudio se hará énfasis en las primeras 2 partes.

Vemos en la Tabla 5 en el año 2018, mayor parte del consumo tuvo un valor promedio de 115 kWh, con una variación mínima de 0.4% y una máxima de 4.8%.

Para el año 2019 se tiene el incremento del consumo, durante los siguientes 5 bimestres se tiene una tendencia, con un valor promedio de 480 kWh de consumo,

<sup>10</sup> Fuente: Creación propia con base en los recibos históricos

una variación mínima de 1.1% y una máxima de 15% en el último bimestre del año, esto debido a la decoración de las fechas decembrinas.

Tabla 5. División de recibos históricos<sup>11</sup>

	Semestre	Inicio	Fin	kWh	\$ MXN	Variación
	<b>PARTE 3</b>					
	2	06-mar	08-may	154	\$ 765	-
2020	<b>PARTE 2</b>					
	1	08-ene	06-mar	486	\$ 2,046	1.1%
	6	06-nov	08-ene	565	\$ 2,324	15.0%
	5	05-sep	06-nov	497	\$ 2,065	1.1%
	4	08-jul	05-sep	438	\$ 1,893	10.9%
2019	3	08-may	08-jul	471	\$ 2,031	4.2%
	<b>PARTE 1</b>					
	2	06-mar	08-may	109	\$ 584	4.8%
	1	08-ene	06-mar	116	\$ 605	1.3%
2018	6	07-nov	08-ene	115	\$ 598	0.4%
	5	07-sep	07-nov	118	\$ 706	3.1%
	4	09-jul	07-sep	117	\$ 650	2.2%
	3	09-may	09-jul	112	\$ 547	2.2%

## 4.2 Analizador de redes

Con el fin de evaluar el perfil del consumo eléctrico y la demanda del establecimiento, se instaló un medidor HT modelo PQA 824 por 7 días (del lunes 03 al domingo 09 de agosto de 2020). A partir de las mediciones obtenidas se obtuvieron perfiles de consumo y demanda diarios, así como factor de potencia, análisis de tensión y corriente.

### 4.2.1 Demanda

Con los datos capturados por el analizador de redes se obtuvo la siguiente gráfica (Figura 7) donde marca el compartimiento de la demanda de cada uno de los días estudiados.

<sup>11</sup> Fuente: Creación propia con base en Tabla 4

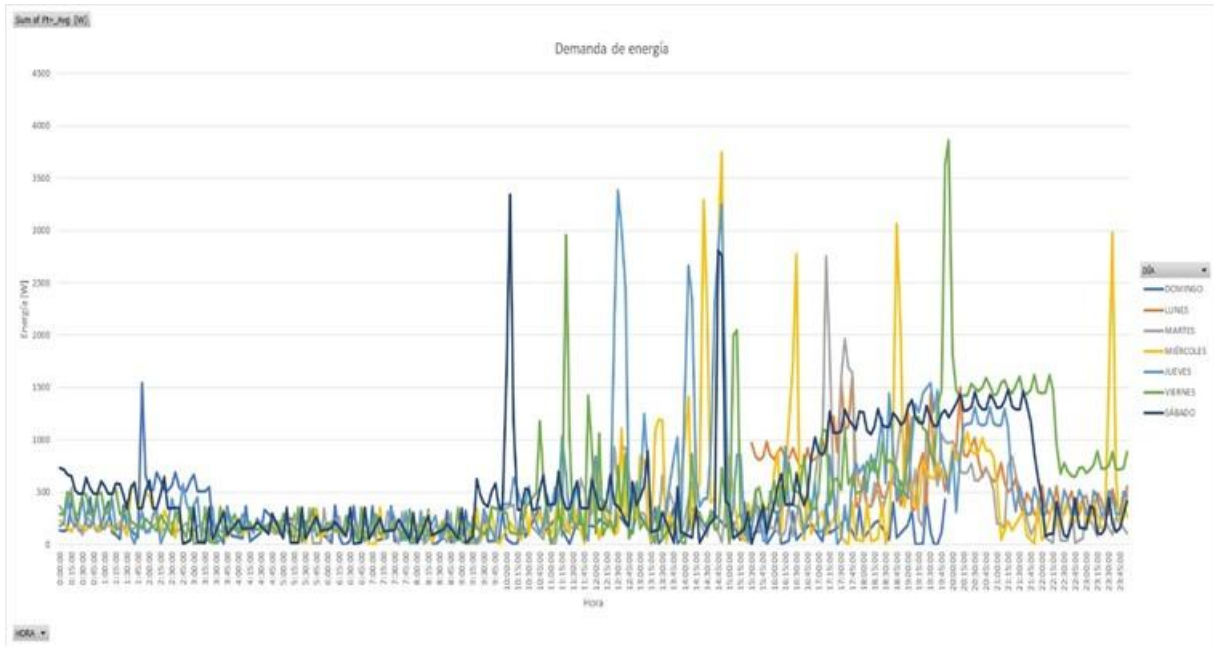


Figura 7. Demanda Semanal<sup>12</sup>

Se observa un comportamiento definido durante las horas labores de 9:00 a 22:00 y la madrugada de no actividad 3:00 a 9:00, los mayores picos de demanda son en las horas de la noche entre 18:00 a 22:00, con picos variantes entre 800 kWh y 1400 kWh, justo cuando se encienden las luces de las zonas de trabajo del taller, así como también en la hora de la comida, entre las 12:00 y las 16:00 con demandas aproximadas de 500 kWh y en algunos días al inicio de la jornada laboral.

En la gráfica también se observan picos muy grandes comparados con los otros esto es debido a las herramientas que ocupan en el taller, como son el compresor que es usado todos los días y los esmeriles, utilizados con frecuencia

<sup>12</sup> Fuente: Creación propia con base en los resultados del analizador de redes

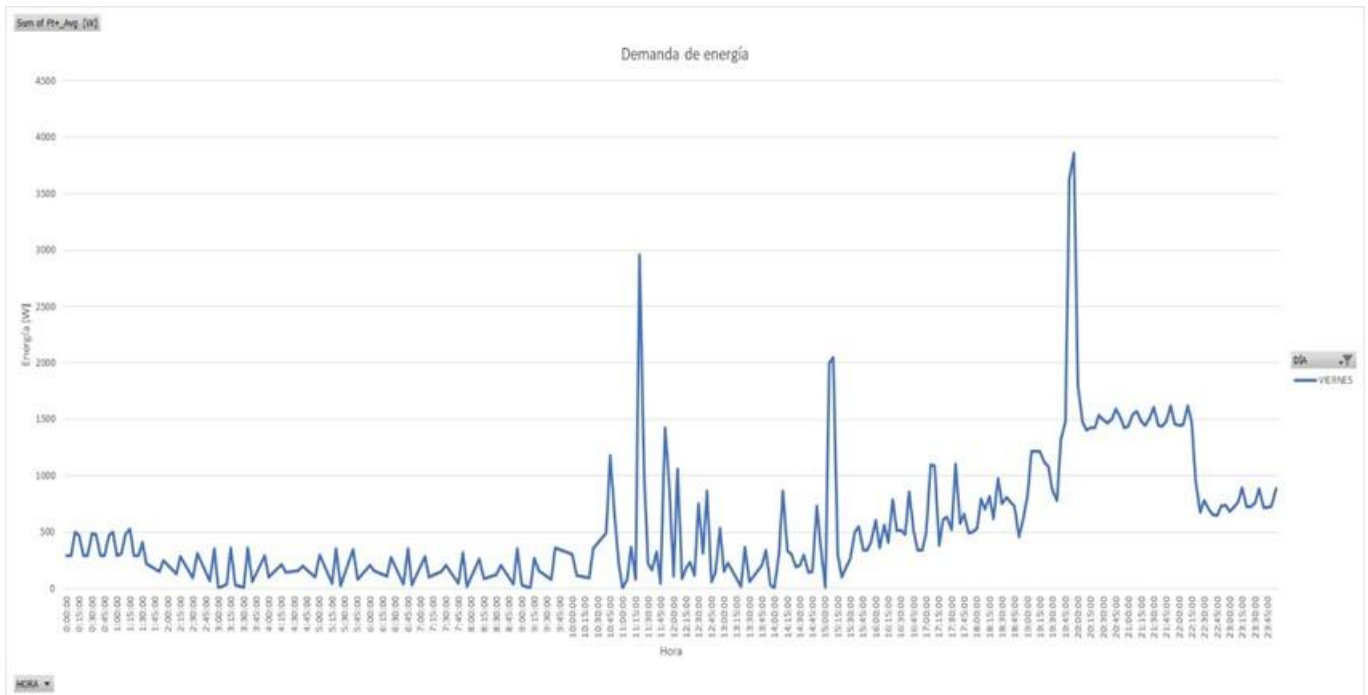


Figura 8. Demanda Viernes<sup>13</sup>

En la Figura 8, tomando como ejemplo el viernes podemos resaltar los siguientes puntos importantes sobre el comportamiento diario del taller.

- Comienzan a laborar alrededor de las 9:00 y comienzan a crecer los picos conforme avanza el día
- La hora de la comida suele ser después de las 14:00, después de esa hora hacen uso de varios equipos de la sala, como son microondas, refrigerador, cafetera o el televisor. No hay una hora específica para todos los empleados.
- La oficina tiene una demanda muy pequeña comparada con la de las luces del patio del taller, por lo que no se ve un cambio significativo en la gráfica cuando termina el horario de oficina a las 18:00.
- La mayor demanda se da en la noche, que es cuando se encienden las luces alrededor de las 19:00
- Finalizan sus labores del taller a las 22:00, el velador apaga las luces a las 3:00 del siguiente día.
- Se observan 3 picos disparados durante el día, los cuales son las veces que suele activarse el compresor o el uso de herramientas con alta demanda.

#### 4.2.2 Consumo

Se llevó a cabo un análisis del consumo acumulativo diario con el fin de determinar qué días presentaban el mayor y el menor valor.

<sup>13</sup> Fuente: Creación propia con base en los resultados del analizador de redes



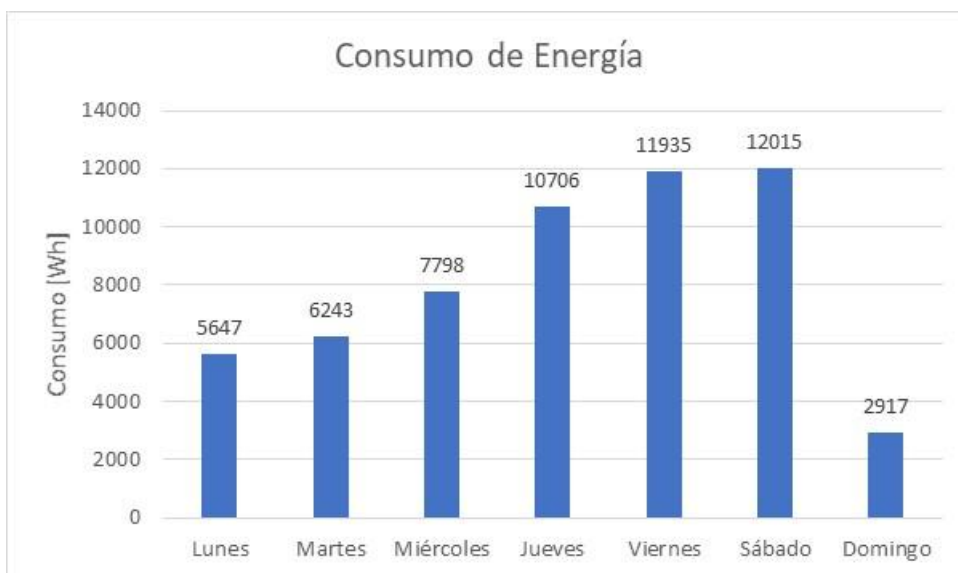


Figura 9. Consumo Semanal<sup>14</sup>

Con base en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** podemos señalar ciertos puntos relevantes en el consumo.

- Todos los días de la semana tienen un comportamiento alto, del lunes a sábado, excepto los días domingo
- En los tres primeros días de la semana tienen un comportamiento muy similar, mientras que de jueves a sábado hay un mayor consumo.
- Podemos decir que los días en que se intensifican las cargas de trabajo son de jueves a sábado, durante la semana en la que fue conectado el analizador de redes.

Con el análisis de la semana completa del taller, podemos estimar el consumo total que se tendría en un mes y con esto dar un aproximado al que vendrá en la facturación del recibo bimestral de CFE.

Tabla 6. Consumo aproximado<sup>15</sup>

Consumo	Wh	kWh
Semana	57261	57
Mes	229045	229
Bimestre	458089	458

El consumo medido es muy similar al reportado en los recibos de luz, específicamente en la parte 2 del histórico reportado. Ver Tabla 6.

<sup>14</sup> Fuente: Creación propia con base en los resultados del analizador de redes

<sup>15</sup> Fuente: Creación propia con base en los resultados del analizador de redes

### 4.2.3 Factor de Potencia

El factor de potencia en el periodo de muestra es el siguiente.

$$FP = \frac{\text{Consumo [Wh]}}{\text{Voltaje Suministrado [VAh]}} = \frac{57261.15[\text{Wh}]}{61531.55 [\text{VAh}]} = 0.93$$

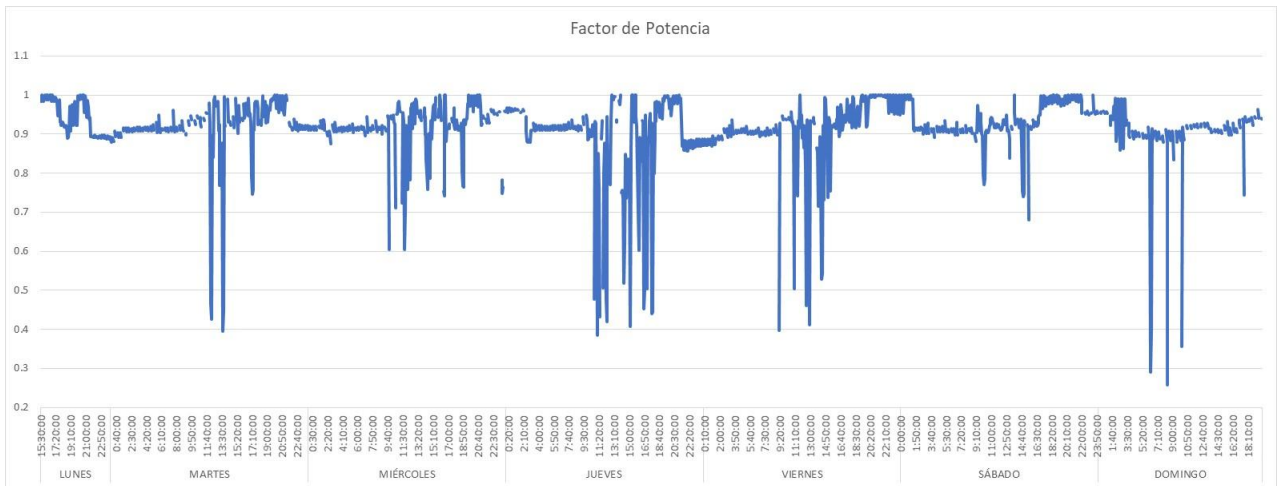


Figura 10. Factor de Potencia Semanal<sup>16</sup>

Con base en la Figura 10 podemos presentar los siguientes puntos.

- Se observa que el valor que mayor pondera en la gráfica es alrededor de 0.9, por lo que podemos decir que el factor de potencia anteriormente calculado es correcto.
- El establecimiento cumple con el factor de potencia adecuado para un taller mecánico, así como para el tipo de instalación de PDBT.
- Los valores más bajos de FP se encuentran en los intervalos de 9:00 a 18:00 lo que nos indica que se debe a los equipos utilizados durante el día, tanto en la oficina como en el patio y no a las luminarias.

### 4.2.4 Tensión

La tensión del taller es de 220 V, con el analizador obtuvimos el siguiente comportamiento para cada una de las fases.

<sup>16</sup> Fuente: Creación propia con base en los resultados del analizador de redes

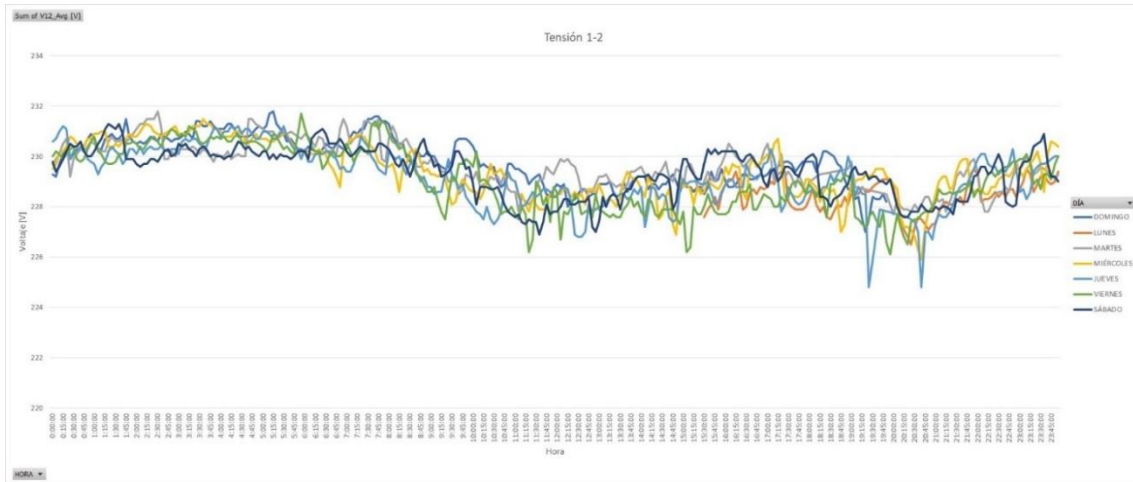


Figura 11. Tensión 1-2<sup>17</sup>

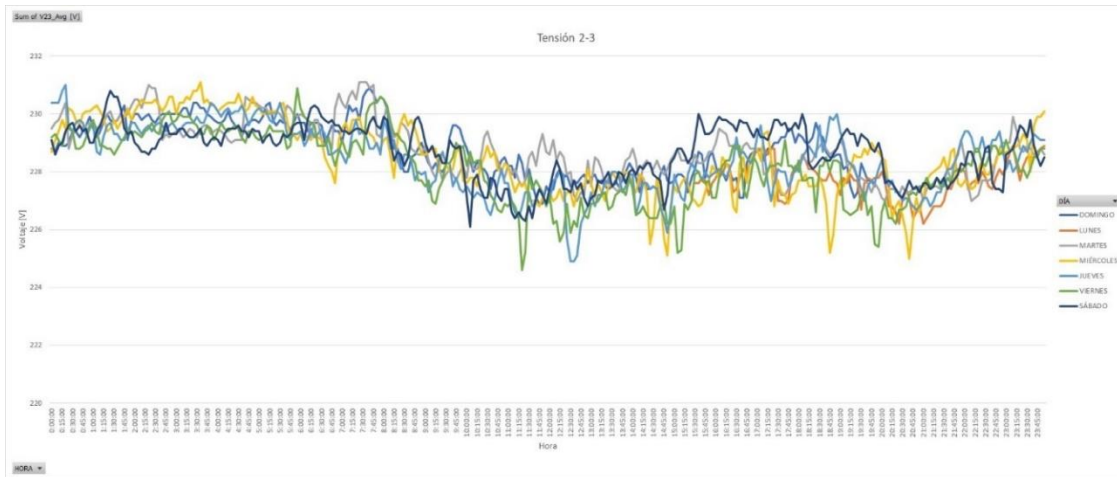


Figura 12. Tensión 2-3<sup>18</sup>

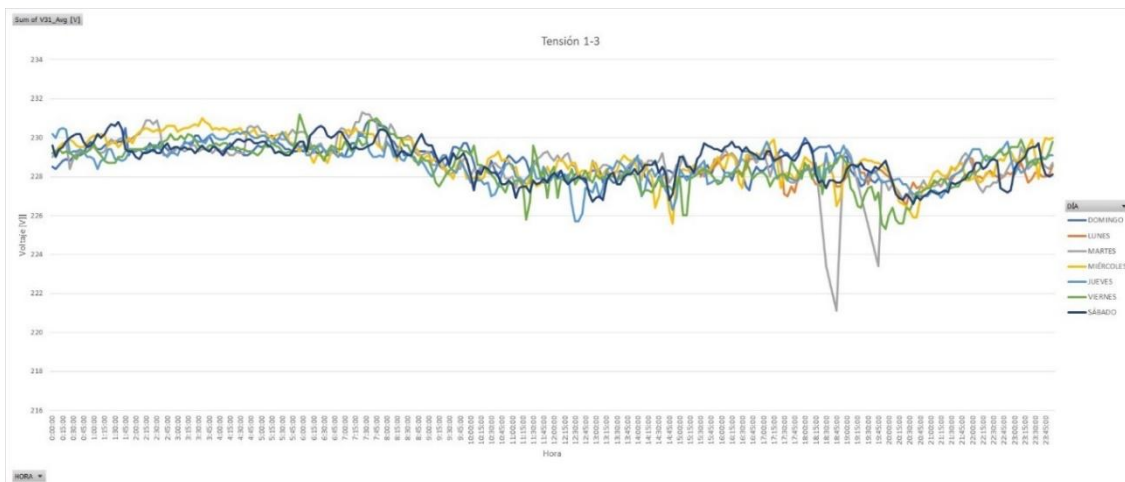


Figura 13. Tensión 1-3<sup>19</sup>

<sup>17</sup> Fuente: Creación propia con base en los resultados del analizador de redes

<sup>18</sup> Fuente: Creación propia con base en los resultados del analizador de redes

Con base en Figura 11, Figura 12 y Figura 13 deducimos lo siguiente.

- El voltaje entre las fases es muy similar, se encuentran entre valores cercanos a 228.88V
- Cumple con una variación menor al 10% entre las fases.
- El comportamiento de la tensión a lo largo del día se ve modificada dependiendo de los equipos utilizados de 9:00 a 16:00, lo que indica que se debe a los equipos del patio del taller y la oficina.
- La tensión de 2-3 tiene una mayor variación respecto a las demás con un valor de +/- 5%

#### 4.2.5 Corriente

Se analizó la corriente de cada una de las fases, obteniendo las siguientes gráficas.

---

<sup>19</sup> Fuente: Creación propia con base en los resultados del analizador de redes

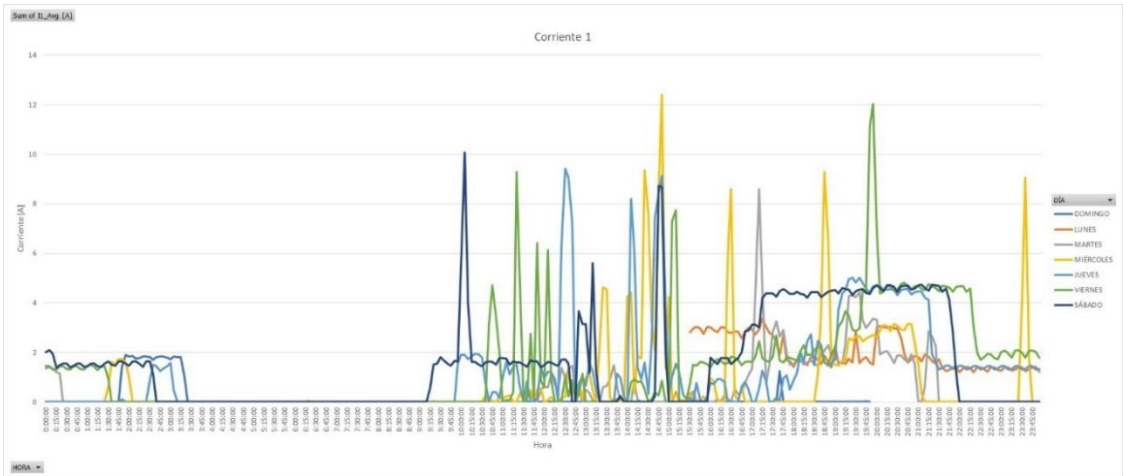


Figura 14. Corriente Fase 1<sup>20</sup>

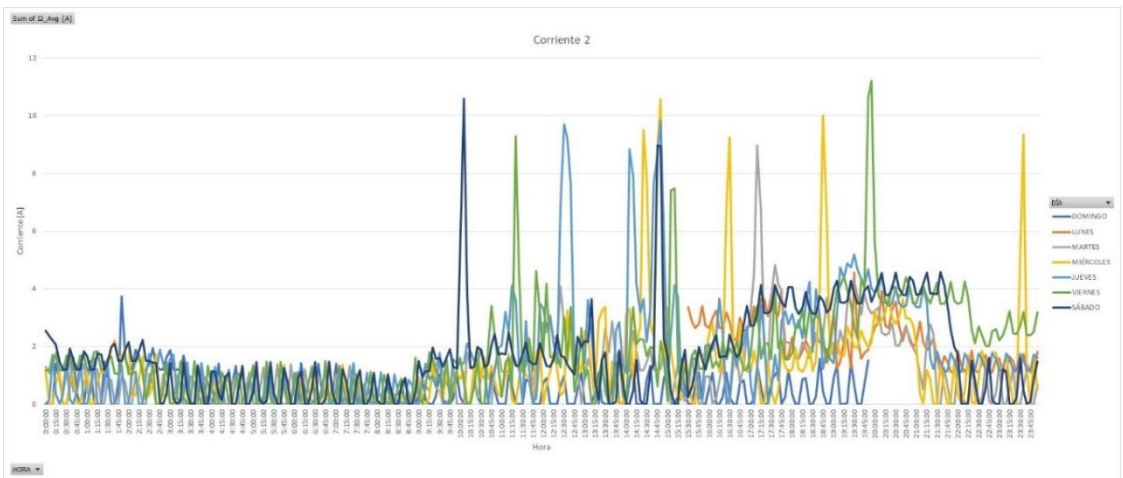


Figura 15. Corriente Fase 2<sup>21</sup>

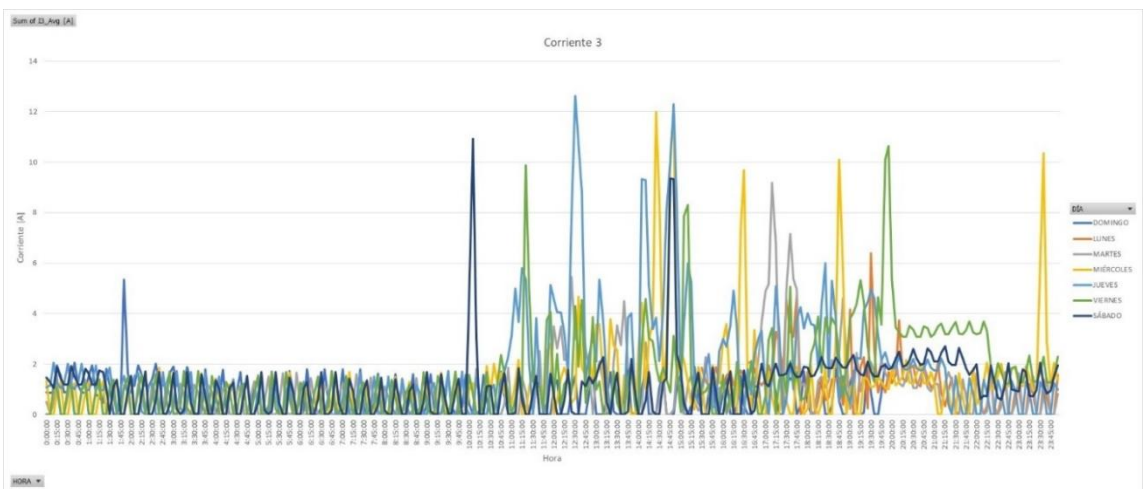


Figura 16. Corriente Fase 3<sup>22</sup>

<sup>20</sup> Fuente: Creación propia con base en los resultados del analizador de redes

<sup>21</sup> Fuente: Creación propia con base en los resultados del analizador de redes

En Figura 14, Figura 15 y Figura 16 se tiene el comportamiento de cada una de las fases

- En la fase 1 se tiene muy poca variación con algunos picos de intensidad, en esta fase están conectados mayormente los equipos de oficina.
- En la fase 2 hay mucha variación además de que es la fase más cargada comparada con las otras 2, en esta fase está conectados los equipos y luces del patio del taller de la zona delantera.
- En la fase 3 también hay mucha variación, pero sin picos altos tan frecuentes, en esta fase están conectados los equipos de mayor demanda, como es el caso del compresor, y las luces del patio del taller de la zona trasera.

Con la intención de ver las diferencias que hay entre cada fase se calculó la corriente promedio en cada momento y con ello se obtuvo la siguiente gráfica (Figura 17) que muestra el desbalanceo que existe en la instalación.

$$Desbalance = MAX \left\{ abs \left[ \frac{I_1}{I_p} - 1 \right], abs \left[ \frac{I_2}{I_p} - 1 \right], abs \left[ \frac{I_3}{I_p} - 1 \right] \right\}$$

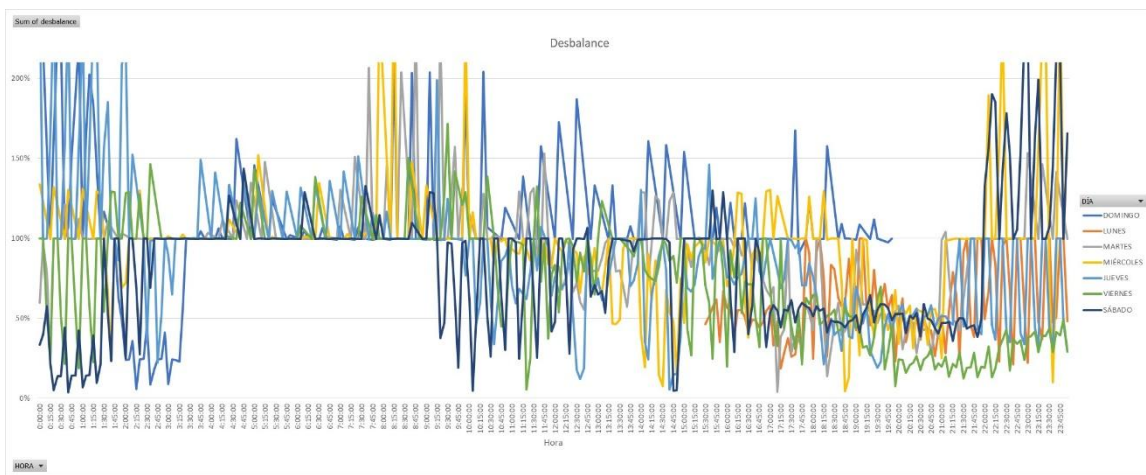


Figura 17. Desbalance en la corriente<sup>23</sup>

Se observa que hay un mayor desbalance durante el momento que tienen las luces encendidas de casi un +/- 200% referido al promedio en cada momento de la medición, podemos decir que la mayor parte de las luces están cargadas a una sola fase, la cual es mencionada en los puntos anteriores.

<sup>22</sup> Fuente: Creación propia con base en los resultados del analizador de redes

<sup>23</sup> Fuente: Creación propia con base en los resultados del analizador de redes

### 4.3 Censo de Equipos

Dentro del análisis energético en el presente trabajo se realizó el levantamiento de los equipos representativos de consumo, dividiendo en 3 las áreas de estudio

- Oficina
- Taller
- Iluminación

Cada área tiene las especificaciones de sus equipos en las siguientes tablas y gráficas.

- Oficina  
Tabla 7  
Figura 18

- Taller  
Tabla 8  
Figura 19

- Iluminación  
Tabla 9  
Figura 20

El censo de los equipos en el taller mecánico fue hecho el día 8 de agosto del 2020, con algunas aproximaciones aportadas por el personal del taller.

#### 4.3.1 Oficina

Tabla 7. Censo Oficina<sup>24</sup>

Unidades	Equipo	Uso [h/día]	Potencia [W]	TOTAL [Wh/día]	
2	Monitores	3	40	240	
2	CPU	3	120	720	
2	Impresoras	0.05	30	3	
1	Cafetera	0.3	800	240	
1	Microondas	0.1	900	90	
1	Refrigerador 8''	8	130	1040	
1	Televisión	2	180	360	
2	Cámaras CCTV	8	20	320	
1	Equipo de Audio	6	120	720	TOTAL
					<u>3733</u>

<sup>24</sup> Fuente: Creación propia con base al censo de equipos de oficina

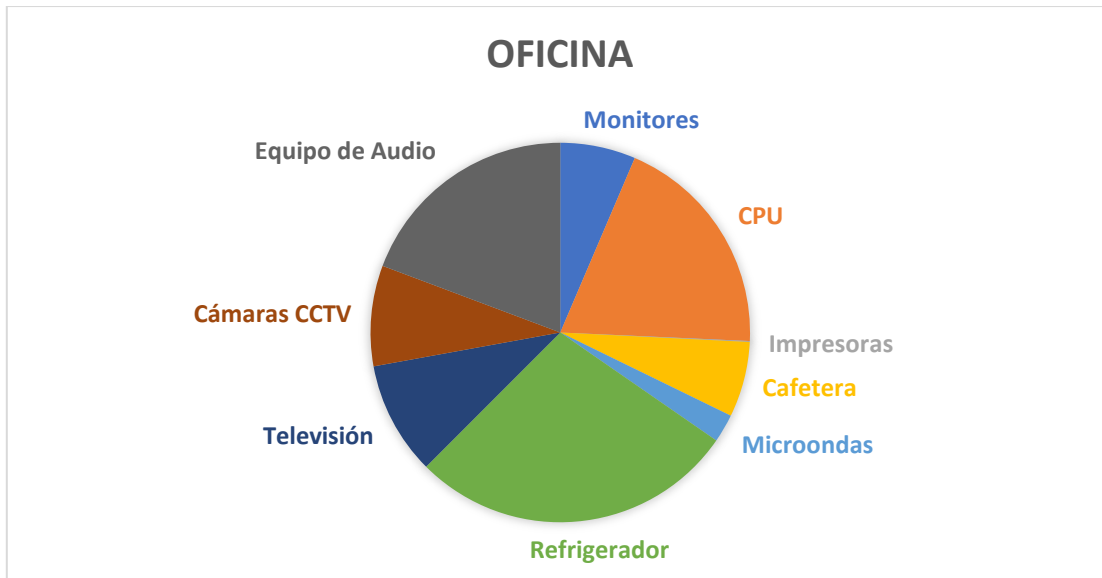


Figura 18. Consumo Oficina<sup>25</sup>

En el área de la oficina se tiene que el principal consumidor de energía eléctrica es el refrigerador, seguido del equipo de cómputo y de audio, siendo todos ellos de tecnologías no recientes.

En la oficina tenemos el caso del refrigerador, el equipo de audio y las computadoras de escritorio.

El equipo de audio tiene un uso constante durante todo el día con una vida aproximada de 13 años.

Las computadoras pasan la mayor parte de la jornada laboral encendidas, una de ellas en modo activo y otra en reposo, el último cambio que se hizo de la tecnología fue hace 15 años.

El refrigerador es utilizado por los trabajadores en especial en la hora de la comida, la edad del refrigerador es de 30 años sin ningún tipo de mantenimiento durante todo este tiempo.

<sup>25</sup> Fuente: Creación propia con base al censo de equipos de oficina



### 4.3.2 Taller

Tabla 8. Censo Taller<sup>26</sup>

Unidades	Equipo	Uso [h/día]	Potencia [W]	TOTAL [Wh/día]
2	Esmeriles Mano (STGS7145-B3)	0.08	930	155
2	Esmeriles Banco (DC-BGR6)	0.08	930	155
1	Motor compresor <sup>27</sup>	0.25	2000	500
1	Cargador de Batería (12V 140A)	0.25	2000	500
1	Lavador de piezas (LS 80P)	1	10	10
1	Hidrolavadora (1300 PSI)	0.33	1300	433
1	Aspiradora (1200W)	0.17	1200	200
<b>TOTAL</b>				<b>1953</b>

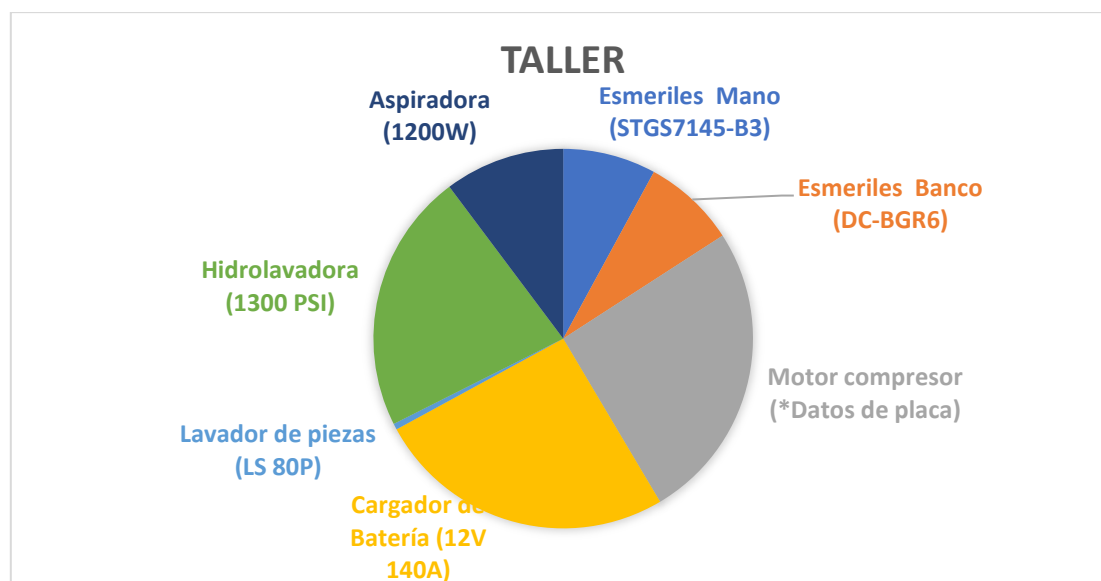


Figura 19. Consumo Taller<sup>28</sup>

<sup>26</sup> Fuente: Creación propia con base al censo de equipos del patio del taller

<sup>27</sup> Datos de placa en Anexo 5

Se tienen en el patio del taller los equipos que demandan más energía en todo el establecimiento, principalmente el compresor, el cual es utilizado de forma diría para las actividades del negocio.

El área del taller hay un mayor de consumo por el motor del compresor y el cargador de baterías, aunque su uso no es tan frecuente como otras de las herramientas que utilizan.

El compresor y el motor tienen una vida de 30 años, con un solo cambio de cabezal hace 10 años.

El cargador de baterías tiene 10 años, sin ningún tipo de reparación.

### 4.3.3 Iluminación

Tabla 9. Censo Iluminación<sup>29</sup>

Unidades	Equipo	Uso [h/día]	Potencia [W]	TOTAL [Wh/día]	
	Fluorescente T8				
14	(26x1500mm)	5	60	4200	
	Extensiones				
2	(LW-100/ 60W)	2	60	240	
	Serie focos LED				
2	(10 W)	24	10	480	
	Reflector LED				
1	(IP66/ 10W)	12	10	120	
	Lámpara escritorio				
3	(LW-100/ 60W)	0.017	60	3	
	Reflector calle LED				
1	(IP66/30W)	12	30	360	
	Fluorescente T5				
3	(16x1149 mm)	3	30	270	
					<b>TOTAL</b>
					<b>5673</b>

<sup>28</sup> Fuente: Creación propia con base al censo de equipos del patio del taller

<sup>29</sup> Fuente: Creación propia con base al censo de luminarias

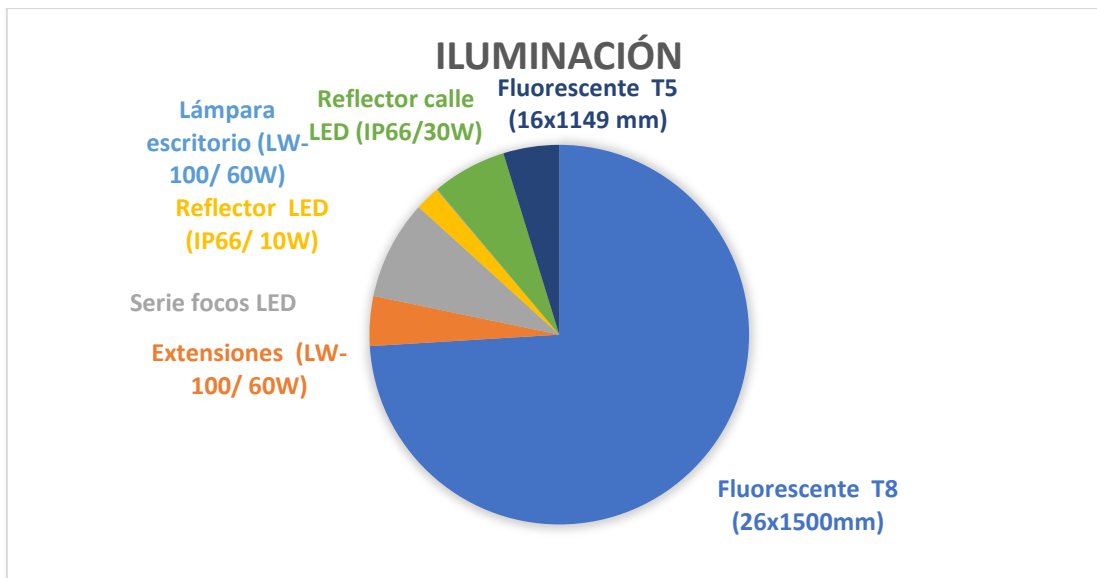


Figura 20. Consumo Iluminación<sup>30</sup>

En la parte de iluminación predominan las lámparas fluorescentes T8, ubicadas en el patio del taller. Son equipos que son ocupadas durante las horas de noche y que a su vez se encuentra una mayor oportunidad de mejora.

Aún se tienen lámparas fluorescentes en la zona de trabajo, lo que representa casi la mitad del consumo por parte de esta área.

#### 4.3.4 Matriz Energética

Conociendo los datos de iluminación y de equipos del taller y oficina conectados al circuito eléctrico, se hace posible identificar áreas de oportunidad.

Dentro de los dispositivos utilizados en las áreas de estudio, el refrigerador y los equipos en el patio del taller son los que mayor requerimiento energético tienen. Por lo tanto, las 3 categorías que se tienen se distribuyen de la siguiente manera, de acuerdo con su porcentaje de consumo y demanda totales, anteriormente mencionados

<sup>30</sup> Fuente: Creación propia con base al censo de luminarias

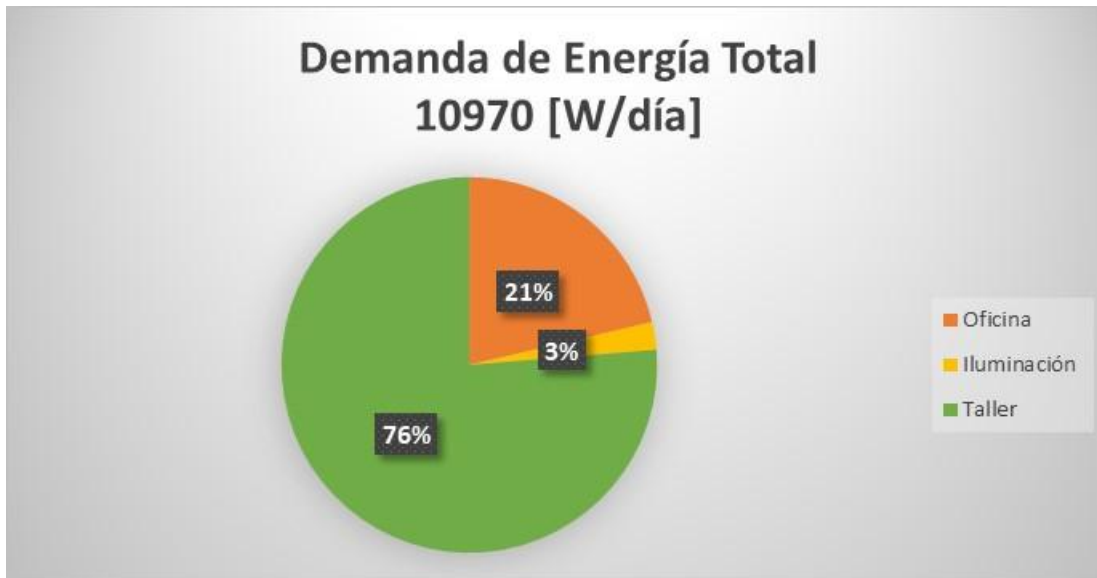


Figura 21. Demanda diaria de las 3 áreas<sup>31</sup>

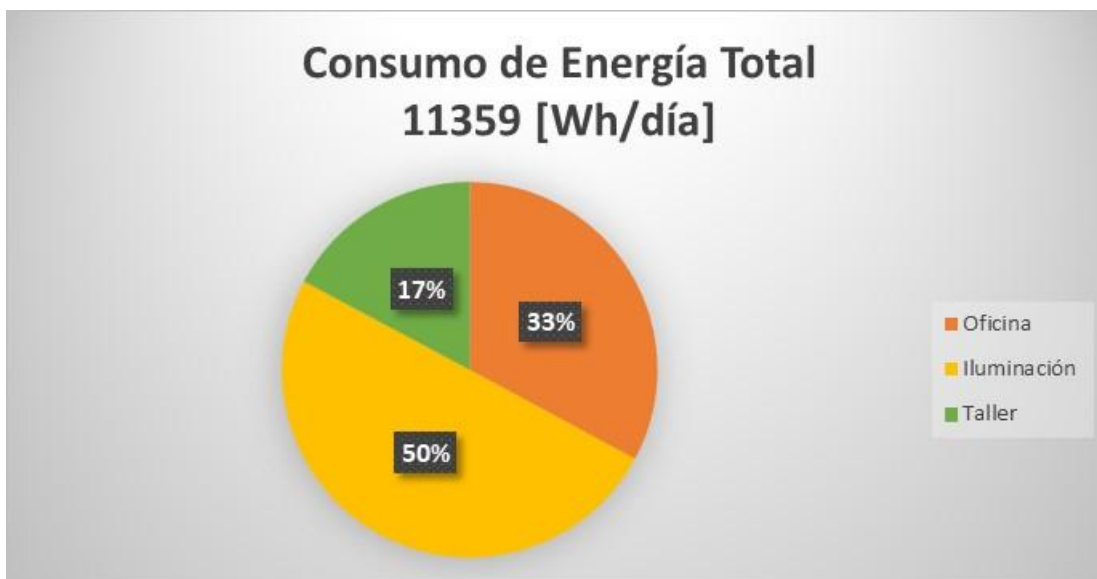


Figura 22. Consumo diario de las 3 áreas<sup>32</sup>

En la Figura 21 se muestra al taller como el área que contempla una demanda muy alta, sin embargo, los equipos dentro de esta categoría son poco utilizados, mismo que se ve reflejado en su consumo total.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede deducir que el consumo elevado por la iluminación, equivalente al 50% del consumo total, se debe a las lámparas instaladas en el patio del taller, las cuales al ser de tipo

<sup>31</sup> Fuente: Creación propia con base en la demanda de los equipos del taller

<sup>32</sup> Fuente: Creación propia con base en el consumo de los equipos del taller

fluorescente produce un mayor consumo de energía. Este dato nos muestra la existencia de una oportunidad importante de mejora y eficiencia energética para esta área.

El área de la oficina tiene equipos que no tienen una gran demanda a excepción del refrigerador, siendo un porcentaje de 21% de la demanda total. Pero en el caso del consumo aporta una tercera parte del total, por lo que podemos decir que los equipos son utilizados con frecuencia.

#### 4.3.5. Indicadores

Con la información recabada de las luminarias, se tiene que la tecnología que predomina son las de tipo fluorescentes T8 de 60 W en la todo el patio del taller. También se identificaron lámparas fluorescentes T5 de 30 W, para el área de oficina, en la parte exterior se encuentra un reflector LED de 30W y luces de ornato LED de 10W y un reflector LED más de 10W.

Todas las luminarias fluorescentes están directamente instaladas al techo a excepción de los reflectores LED.

El análisis se basó especialmente el área del patio del taller porque tiene una mayor oportunidad de mejora.

- NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Para conocer si la distribución de la luz es homogénea y adecuada para las condiciones laborales, se realizó una simulación del patio con ayuda de una herramienta web para aplicar la NOM-025-STPS-2008, la cual establece los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores.

Para este caso el requisito mínimo de luxes requeridos para el tipo de negocio es de 200 luxes, ya que es un taller que no requiere de mucha precisión en el área de trabajo. Esto fue con base en la tabla de iluminación de la norma (Anexo 4).

A continuación, se presenta el resultado de la situación actual (Figura 23).

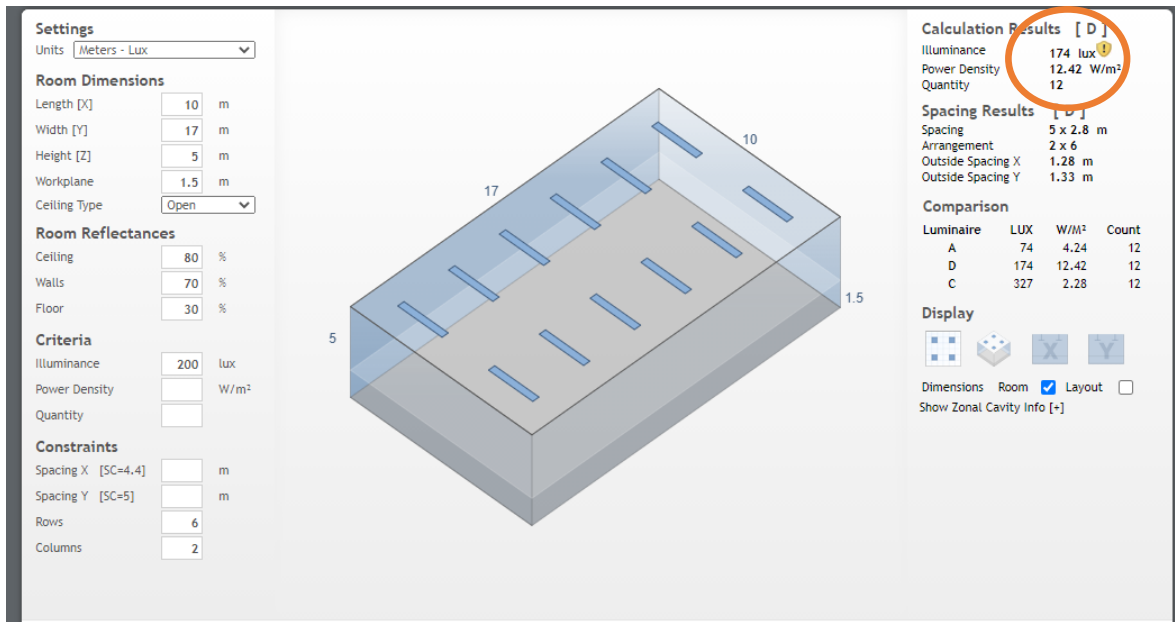


Figura 23. Simulación iluminación en patio del taller<sup>33</sup>

Se tiene que no cumple con la normativa ya que está por debajo de los 200 luxes requeridos.

- NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

Esta norma establece niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado de edificios no residenciales, con el propósito de que sean proyectados y construidos haciendo un uso eficiente de la energía eléctrica, sin menoscabar los niveles de iluminancia requeridos.

Para el presente estudio se observó que el área evaluada cumple con los niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA), que deben cumplir de acuerdo con los valores máximos establecidos por la NOM-007-ENER, el cual es de 16 W/m<sup>2</sup>.

Para la comparación de valores se hizo uso del anexo C de la presente en la norma, el cual establece valores específicos para talleres de automóviles.

#### 4.4 Balance de Energía

Conforme a los resultados obtenidos en las mediciones anteriores, podemos apreciar que se tienen resultados muy similares para cada una de las 3 secciones. Analizador de redes, Recibos de CFE y el censo de los equipos. Ver Tabla 10.

<sup>33</sup> Fuente: Visual Interior Tool (enero 2021)

Tabla 10. Balance de Energía<sup>34</sup>

Medición	kWh/ Mes	kWh/ Bimestre
Analizador de redes	229	458
Censo de Equipos	261	523
Recibos de CFE	246	491

Para los casos del analizador de redes como el censo de equipos tienen valores muy similares a los de la segunda parte del historial de recibos de CFE, que es en el cambio del medidor.

Los valores pueden variar debido a la estimación de cada uno de los equipos en el censo, por el consumo es variable cada bimestre y además de que suponemos de que cada semana se comporta igual para el caso del analizador de redes.

Tabla 11. Análisis de resultados<sup>35</sup>

ÁREA	Consumo [Wh/día]	Equipo Relevante	Consumo [Wh/día]
Oficina	3733	Refrigerador	1040
Iluminación	5673	Fluorescente T8 (26x1500mm)	4200
Taller	1953	Motor compresor	500

Referenciando la Tabla 11, podemos decir que todas las áreas analizadas pueden llegar a ser optimizadas, sin embargo 2 de ellas se consideran con mayores oportunidades, las cuales son el área de la oficina, con el equipo de refrigeración y el área de iluminación con las lámparas fluorescentes.

<sup>34</sup> Fuente: Creación propia con base en los resultados de recibos históricos, analizador de redes y censo

<sup>35</sup> Fuente: Creación propia con base en el análisis de resultados

## CAPÍTULO V. Conclusiones y recomendaciones

### 5.1 Recomendaciones Generales

Se sugiere que se tenga un mayor cuidado en el uso de la energía, no dejando equipos encendidos cuando no se están utilizando, invertir en la actualización de la tecnología ya que varios de los equipos tienen ya un tiempo a considerar.

Al ser el compresor uno de los equipos del taller que tiene una mayor demanda de energía en todo el negocio, es recomendable darle mantenimiento al cabezal del compresor, así como al motor con el que funciona actualmente, ya que son alrededor de 30 años de uso del motor y es recomendable el cambio del equipo en caso de haber oportunidad de ahorro.

Dar mantenimiento a las instalaciones, como es el caso de la línea de aire comprimido y finalmente informar al personal sobre estos temas para que sean conscientes del cuidado de la energía eléctrica y el impacto que llega a tener.

Instalar un temporizador en los equipos que están conectados todo el día, como es el caso de las series de focos LED y el reflector, haciendo que sólo se activen durante la noche sin necesidad de conectar y desconectarlos constantemente.

Bajar las lámparas del techo mejorará la iluminación de la zona de trabajo.

Pintar las paredes de color blanco ayudará a reflejar más la luz y con esto se podría tener una mayor iluminación en el área de trabajo.

Cambiar los equipos de cómputo en un futuro, ya que actualmente las nuevas máquinas suelen tener ahorro de energía, así como también de ser más rápidas en sus funciones instaladas.

Tener una bitácora con los equipos con los que se cuenta, esto proporcionará un historial de cuando fue la última vez que se le dio mantenimiento o si es necesario el cambio de alguno de ellos, de esta manera se tiene un mayor control de las posibles oportunidades de ahorro de energía.



## 5.2 Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética

Tabla 12. MAE: Cambio de Refrigerador

MAE:		Cambio de Refrigerador	
<b>1. Descripción:</b>			
Situación Actual		Propuesta	
El taller cuenta con un refrigerador de 8" con una antigüedad de 30 años, el cual tiene registrada en su etiqueta una demanda de 130 W. Siempre se hace uso de este equipo para conservar los alimentos de los empleados		Cambiar por un refrigerador de 5" de 84 W con tecnología reciente ahorradora de energía, no se tendrá un equipo sobrado y operará de forma más eficiente.	
<b>2. Beneficios</b>			
Consumo Actual	31.2 [kWh/mes]	Precio Energía sin IVA	3.369 [\$/kWh]
Consumo con Propuesta	12.6 [kWh/mes]	Ahorro Económico	62.66 [\$/mes]
Ahorro Energético	18.6 [kWh/mes]	Beneficio Ambiental	7.98 [kg CO2/mes]
<b>3. Inversión</b>			
Tecnología	\$ 4000	Descripción	
Mano de Obra	\$ 0	Refrigerador 5 " de 84 W	
Instalación	\$ 0		
Desinstalación	\$ 0		
Otro	\$ 0		
TOTAL	\$ 4000		
<b>4. Tiempo Simple de Recuperación [TSR]</b>		4 años	
<b>5. Recomendaciones y comentarios</b>			

El motivo de esta medida es debido al cambio de tecnología y no tener un equipo muy sobrado.

El benéfico del cambio del refrigerador de verá reflejado a largo plazo.

Tabla 13. MAE: Cambio de Luminarias

MAE: Cambio de luminarias en zona de trabajo

1. Descripción:

Situación Actual	Propuesta
El tipo de iluminación predominante en el taller mecánico es la tecnología fluorescente del tipo T8 de 60W y T5 de 30W, siendo estos los de mayor consumo en todo el establecimiento con una ligera reducción de la luminosidad requerida según la normativa.	Las lámparas utilizadas actualmente tienden a consumir mucha energía por lo que cambiar a la tecnología LED cada una de ellas convendrá para mejorar la iluminación y sobre todo para el ahorro del consumo de energía por las tardes. Se especifican las luminarias necesarias basado en los lúmenes requeridos para el área de trabajo.

2. Beneficios

Consumo Actual	134.1 [kWh/mes]	Precio Energía sin IVA	3.369 [\$ /kWh]
Consumo con Propuesta	23.7 [kWh/mes]	Ahorro Económico	371.93 [\$ /mes]
Ahorro Energético	110.4 [kWh/mes]	Beneficio Ambiental	47.36 [kg CO2/mes]

3. Inversión

		Descripción
Tecnología Patio Taller	\$ 50	*Lampara LED 10W
Cantidad	14	1500 lum
Tecnología Oficina	\$ 50	*Lampara LED 8W
Cantidad	3	750 lum
Mano de Obra	\$ 0	
Instalación	\$ 0	
Desinstalación	\$ 0	
Otro	\$ 0	
TOTAL	\$ 850	

4. Tiempo Simple de Recuperación [TSR] 2 meses

5. Recomendaciones y comentarios

Se considera este cambio de luminarias sólo en los casos donde hay un mayor consumo, para los otros tipos de luminarias que se tienen se recomienda cambio de los focos incandescentes de las extensiones y lámparas de escritorio por tecnología LED

Para el caso de los reflectores y las series que ya son del tipo de tecnología sugerida, se recomienda

---

que se tengan temporizadores para cada uno de ellos.

Tabla 14. MAE: Cambio del Tejado

MAE: Cambio del tejado por acrílicos

---

1. Descripción:

Situación Actual	Propuesta
Actualmente el tejado del taller es de lámina por lo que tiende a hacer el lugar más oscuro, sin embargo, la ubicación del taller ayuda a poder captar la luz natural durante varias horas	Se recomienda cambiar algunas láminas de aluminio por material acrílico que permita el paso de la luz; con esta medida se aprovecha las horas de luz natural usando menos las lámparas.

---

2. Beneficios

Consumo Actual	0	[kWh/mes]	Precio Energía sin IVA	0	[\$/kWh]
Consumo con Propuesta	0	[kWh/mes]	Ahorro Económico	0	[\$/mes]
Ahorro Energético	0	[kWh/mes]	Beneficio Ambiental	0	[kg CO2/mes]

---

3. Inversión

		Descripción
Material	\$ 200	Lámina Acrílico
Cantidad	10	1.20 x 180 m
Mano de Obra	\$ 0	
Instalación	\$ 0	
Desinstalación	\$ 0	
Otro	\$ 0	
TOTAL	\$ 2000	

---

4. Tiempo Simple de Recuperación [TSR] 5 meses

---

5. Recomendaciones y comentarios

Actualmente el taller ha puesto algunas láminas de acrílico para mejorar la luminosidad del lugar, sin embargo, no se la ha dado el mantenimiento adecuado que las láminas ya se han opacado o tienen basura sobre ellas, por lo que se recomienda limpiarlas o de ser necesario cambiarlas, además como el agregar aún más de ellas para aprovechar la luz solar.

### 5.3 CONCLUSIONES

En este diagnóstico energético se comenzó identificando el problema del cambio de pago de las tarifas de luz de un bimestre a otro de manera abrupta casi cuadruplicando el consumo del taller, a partir de ese cambio el consumo se ha mantenido constante hasta durante el último año.

Se propuso que el mayor consumo de energía debía de estar en la zona del taller, por el uso del compresor y la falta de mantenimiento de las instalaciones, por lo que al hacer el censo de los equipos fue de gran consideración, sin embargo, los resultados indicaron que en otras áreas es donde se ocupa una mayor cantidad de energía eléctrica, lo cual quedó confirmado al hacer uso del analizador de redes.

Para el área del taller a pesar de tener a los equipos que demandan más energía no son los que llegan a consumir más, esto debido a que la mayor parte de los trabajos se llevan a cabo de forma manual y son contadas las veces que se llega a hacer uso de los equipos, como es el caso del compresor, llena la línea de aire la cual es utilizada para utilizar pistolas de presión para quitar tornillos de llantas y soplear motores y cajas de velocidades, así como el secado de las piezas, en general podemos decir que es mínimo el uso que se tiene por los 3 mecánicos en el taller.

En la oficina es donde se consume mayor energía debido a que se tiene un equipo de refrigeración con muchos años de antigüedad, al cual nunca se le ha dado mantenimiento, por esta razón es que el mayor consumo se centra en él.

La parte más evidente de mayor consumo de energía fue en la iluminación, ya que tanto el censo como en el analizador de redes se sabe que por el tipo de lámparas que se tiene en el taller ocupan un mayor número de kWh, por lo que la principal recomendación es el cambio por lámparas LED.

Además de las soluciones propuestas para el ahorro de energía, se considera que otra gran oportunidad para reducir el consumo es con el cambio de láminas de acrílico, que dejarán pasar la luz del día para aprovechar de mejor forma la iluminación y evitar en lo medida de los posible el uso de las lámparas y por ende un mayor ahorro de energía.

Se sugiere que se de continuidad al diagnóstico ya establecido analizando las eficiencias que tiene cada uno de los equipos del patio del taller en específico el compresor, porque como se vio en las tablas de factor de potencia llegaban a caer

demasiado los valores cada que se utilizaba cada uno este tipo de equipos, siendo el compresor uno de los más influyente en este comportamiento.

Finalmente se recomienda el cambio muy necesario de luminarias y tener un mayor control en las horas de uso de las luminarias del taller, con eso de tendrá un seguimiento a las medidas propuestas y se verá reflejado en los recibos bimestrales de luz, tendiendo a tener una baja en el consumo y por ende en la paga del servicio.

La eficiencia energética en las empresas actualmente tiene mucha importancia, no sólo a la economía del negocio, sino también por la importancia que tiene en el desarrollo sustentable.

Uno de los factores más importantes en las empresas para tener una mayor eficiencia energética es en la cultura del cuidado de la energía y el mantenimiento que se le da a sus equipos de trabajo.

El presente trabajo servirá para tener una base de como aplica un diagnóstico energético en un taller mecánico, considerado una microempresa y las posibles oportunidades que pueden tener este tipo de negocios.

Esto ayudará a las empresas a tomar acciones para lograr la eficiencia energética, tomando en consideración el cuidado de los recursos naturales, el medio ambiente y la ecología, esto les dará un mayor valor en el mercado por las nuevas tendencias de los consumidores por adquirir servicios sustentables y a la par cumpliendo las normas marcadas por el gobierno.

## BIBLIOGRAFÍA

DOF. NOM-007-ENER-2014.

DOF. NOM-025-STPS-2008.

Visual Interior Tool. Calculadora de DPA Iluminación.  
Obtenido de <https://www.visual-3d.com/tools/interior/>

Planner 5D. Diseño de planos 2D y 3D.  
Obtenido de <https://planner5d.com/es/>

<http://ecosystems.com.mx/diagnostico-energetico-2/>

<http://www.eficiergetica.com/diagnostico-energetico>

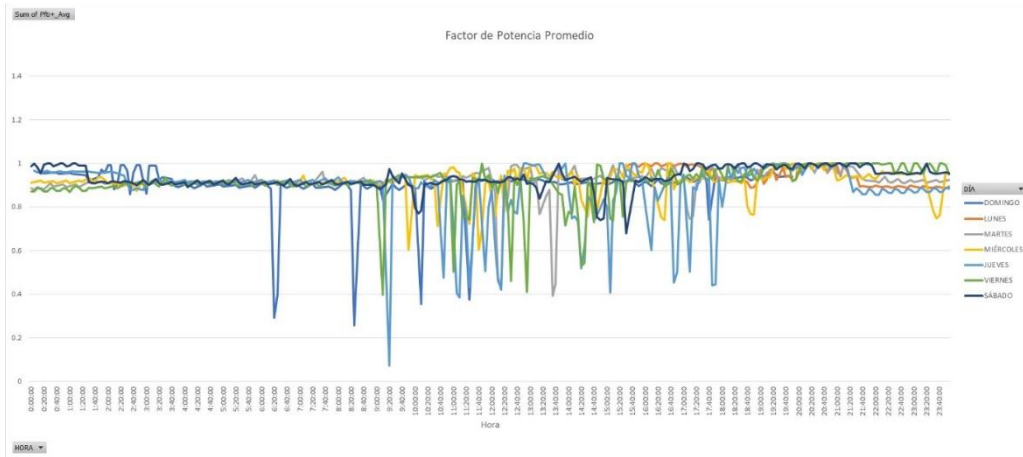
<https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Negocio.aspx>

<https://www.ht-instruments.com/es-es/productos/pqa824/download/manual/>

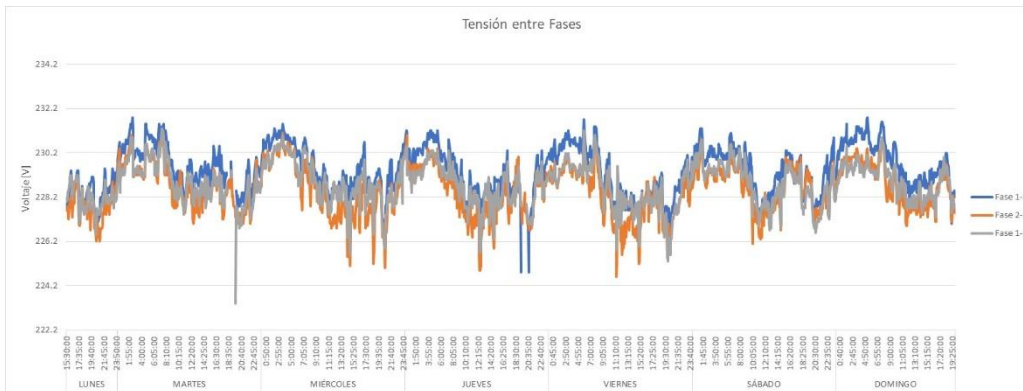
<https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/170/datafile/F15/V7690>

<https://mipymes.economia.gob.mx/>

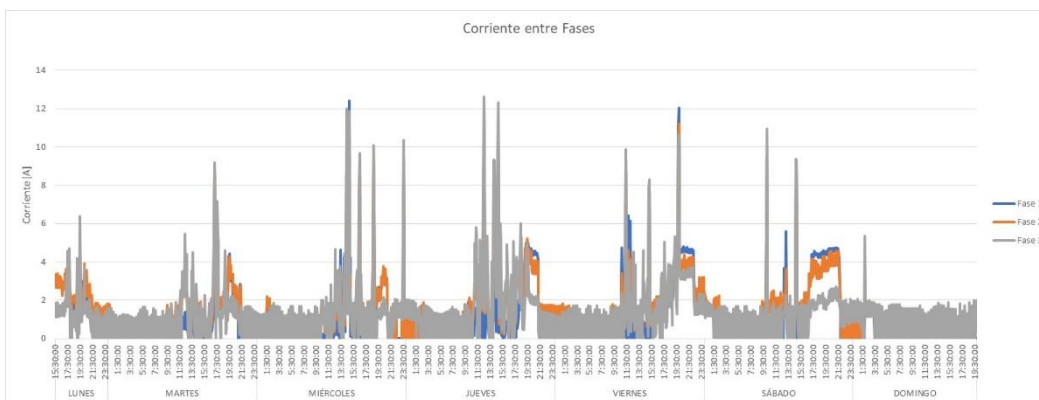
# ANEXOS



Anexo 1. Factor de Potencia por día<sup>36</sup>



Anexo 2. Tensión entre fases<sup>37</sup>



Anexo 3. Corriente entre fases<sup>38</sup>

<sup>36</sup> Fuente: Creación propia con base en los resultados del analizador de redes

<sup>37</sup> Fuente: Creación propia con base en los resultados del analizador de redes

<sup>38</sup> Fuente: Creación propia con base en los resultados del analizador de redes

<b>Tarea Visual del Puesto de Trabajo</b>	<b>Área de Trabajo</b>	<b>Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)</b>
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados;</li> <li>• exactas y muy prolongadas, y</li> <li>• muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño</li> </ul>	2000

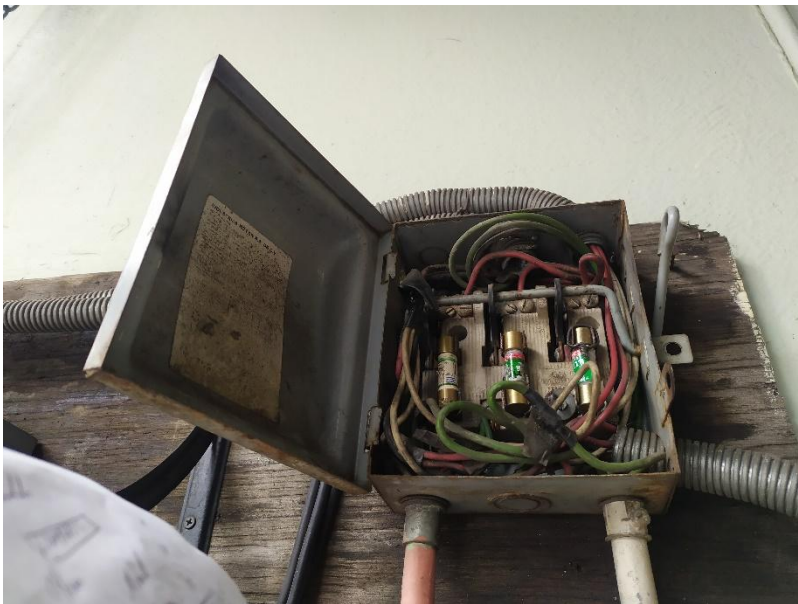
Anexo 4. Niveles de Iluminación<sup>39</sup>

<sup>39</sup> Fuente: NOM-025-STPS-2008





Anexo 5. Datos de placa motor del compresor<sup>40</sup>



Anexo 6. Caja de fusibles abierta<sup>41</sup>

<sup>40</sup> Foto tomada: Sábado 08 de agosto 2020

<sup>41</sup> Foto tomada: Sábado 08 de agosto 2020



Anexo 7. Patio del taller (frente)<sup>42</sup>

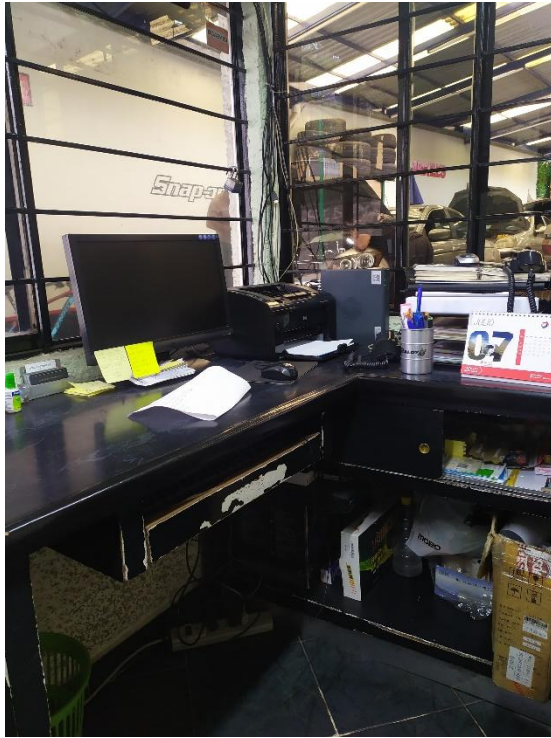


Anexo 8. Patio del taller (atrás)<sup>43</sup>

---

<sup>42</sup> Foto tomada: Sábado 08 de agosto 2020

<sup>43</sup> Foto tomada: Sábado 08 de agosto 2020



Anexo 9. Oficina del taller<sup>44</sup>



Anexo 10. Motor del compresor<sup>45</sup>

---

<sup>44</sup> Foto tomada: Sábado 08 de agosto 2020

<sup>45</sup> Foto tomada: Sábado 08 de agosto 2020



Anexo 11. Caja de Fusibles



Anexo 12. Medidor de CFE