

UNIVERSIDAD DE SONORA
DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA EN EDIFICIO DE PLANTA
DE MANUFACTURA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO**

TRABAJO ESCRITO

Que para obtener el GRADO de
MAESTRÍA EN SUSTENTABILIDAD

Presenta:

Ing. Maat Yered Ochoa Cantón

Director de Tesis:

Dr. Javier Esquer Peralta

HERMOSILLO, SONORA

JUNIO 2021

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



UNIVERSIDAD DE SONORA DIVISIÓN DE INGENIERÍA



COORDINACIÓN DE PROGRAMA DEL POSGRADO EN SUSTENTABILIDAD ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO SUSTENTABLE / MAESTRÍA EN SUSTENTABILIDAD

Hermosillo, Sonora, a 31 de mayo del 2021

Dr. Javier Esquer Peralta
Coordinador del Posgrado en Sustentabilidad
P R E S E N T E . -

Por este conducto, hago de su conocimiento que estoy de acuerdo que se realice el siguiente examen de posgrado:

Programa:	Maestría en Sustentabilidad:	x	Especialidad en Desarrollo Sustentable:	
Alumno (a):	Maat Yered Ochoa Cantón			
Expediente:	9721585			
Fecha:	09 de junio del 2021			
Hora:	4:00 pm			
Edificio y Aula:	Plataforma Virtual			

Relación de Jurados:

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE:	Dr. Javier Esquer Peralta	
SECRETARIO:	Dr. Héctor Manuel Guzmán Grijalva	
VOCAL:	Dr. Clara Rosalía Álvarez Chávez	
SUPLENTE:	Dr. Luis Eduardo Velázquez Contreras	

A T E N T A M E N T E

MIEMBROS DEL JURADO



Agradecimientos

Quiero agradecer a mi esposa y a mis hijos quienes han sido parte fundamental en esta etapa de crecimiento que culmina con este trabajo.

Agradezco a mi madre que ha sido un apoyo incondicional a lo largo de mi vida y a mi padre por sus consejos pero que desafortunadamente no pudo verme culminar mis estudios.

Agradezco a mis profesores y compañeros que durante mi formación siempre me dieron su amistad y su apoyo de forma desinteresada.

Quiero mostrar mis agradecimientos a mi tutor del proyecto Dr. Javier Esquer, por el soporte y orientación del trabajo que estoy presentando, ayudándome a buscar soluciones en problemas que yo creía irremediables. Al la Arq. Erika Ruiz de la empresa FANOSA, quién siempre estuvo en la mejor disposición de proporcionar y gestionar los datos e información indispensables para la realización de este proyecto.

RESUMEN

La eficiencia energética desempeña un papel fundamental en la mejora de la seguridad energética, la sostenibilidad ambiental y el desempeño económico. Es de gran importancia mitigar el cambio climático reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que los gobiernos han aplicado políticas y medidas para aumentar la eficiencia energética en la industria. Una forma de reducir consumos excesivos de los sistemas energéticos, causado por el uso extensivo de combustibles fósiles, es la aplicación del ahorro y la eficiencia energética. Analistas de la industria energética han argumentado por mucho tiempo que la eficiencia energética provee una gran oportunidad para todos y que la aplicación de políticas estrictas de conservación de la energía ahorra dinero y reducen las externalidades negativas relacionadas al consumo de energía. El objetivo de este proyecto es realizar una auditoría de eficiencia energética en un edificio administrativo de una empresa que fabrica poliestireno expandido. Para esto se utilizará el Manual de Producción más Limpia - Eficiencia Energética del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. De forma complementaria se utilizaron tres programas informáticos que proporcionaron información adicional sobre los consumos energéticos del inmueble y que contrastan la información obtenida con otros edificios en México y del mundo, con características similares. Los resultados proporcionarán a la administración de la empresa una mejor manera de tomar decisiones sobre temas de eficiencia energética y colaborar con los objetivos de desarrollo sostenible en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

ABSTRACT

Energy efficiency plays a key role in upgrading energy security, environmental sustainability, and economic performance. It is of great importance to mitigate climate change by reducing greenhouse emissions, therefore, governments have implemented varied policies and measures to increase energy efficiency in the industry. One way to reduce the overconsumption of current energy systems, caused by the extensive use of fossil fuels, is the joint application of savings and energy efficiency. Analysts have long support that energy efficiency provides a great win-win scenario and that strict energy conservation policies can save money and reduce negative externalities associated with energy use. The objective of this work is to perform an energy efficiency audit on an administrative building of a company that manufactures expanded polystyrene. This objective was accomplished by using the Cleaner Production - Energy Efficiency Manual of the United Nations Environment Programme. The use of three different software that provided complementary information about consumptions and a contrast with other buildings in México and globally with similar characteristics, was also used to provide additional recommendations to improve the buildings energy efficiency. The data obtained will provide the stakeholders with a better way to make decisions on energy efficiency matters and collaborate with the sustainable development objectives in the reduction of greenhouse emissions.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CONTENIDO.

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVO ESTRATÉGICO	2
III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
IV. ANÁLISIS LITERARIO	3
V. METODOLOGÍA	10
VI. RESULTADOS	14
VII. DISCUSIÓN	53
VIII. CONCLUSIONES	57
IX. RECOMENDACIONES.....	59
X. REFERENCIAS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Áreas en metros cuadrados de oficinas y baños	19
Tabla 2. Matriz de autoevaluación de la cultura organizacional en gestión energética	20
Tabla 3. Días laborados por mes	21
Tabla 4. Equipos de aire acondicionado.....	23
Tabla 5. Inventario de luminarias.....	23
Tabla 6. Inventario de equipo de cómputo e impresoras.....	24
Tabla 7. Factores de evaluación	32
Tabla 8. Jerarquización de los hallazgos de iluminación y equipos	33
Tabla 9. Jerarquización de los hallazgos de infraestructura.....	34
Tabla 10. Datos de consumo eléctrico y temperatura utilizados en el programa BETTER.....	36
Tabla 11. Resultados de las corridas con el programa BETTER	36
Tabla 12. Datos utilizados en el programa HCDEOB.....	37
Tabla 13. Resultados del programa HCDEOB	38
Tabla 14. Áreas de muros, puertas y ventanas	40
Tabla 15. Materiales de construcción considerados.....	40
Tabla 16. Opciones para corrección de los hallazgos en iluminación y equipo	42
Tabla 17. Opciones para corrección de los hallazgos en infraestructura.....	42
Tabla 18. Inversión para la reparación de los hallazgos de iluminación y equipo.....	44
Tabla 19. Inversión para la reparación de los hallazgos de infraestructura	44
Tabla 20 Inversión para la implementación de los cambios en infraestructura.....	45
Tabla 21 Datos utilizados en los cálculos	47
Tabla 22 Montos de inversión por corrida.....	47
Tabla 23. Programa de mantenimiento preventivo	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Programa de Eficiencia Energética basado en Producción más Limpia (PL-EE)	12
Figura 2. Distribución de las oficinas administrativas en FANOSA planta Hermosillo.	18
Figura 3. Consumo eléctrico vs emisiones de CO ₂ 2019	21
Figura 4. Porcentaje de consumo eléctrico por área en un día típico de verano	25
Figura 5. Porcentaje de consumo eléctrico por área en un día típico de invierno.....	25
Figura 6. Consumo energético por aplicación día típico de verano	26
Figura 7. Consumo energético por aplicación día típico de invierno	26
Figura 8. Termografías del interior del edificio por debajo de los domos SOLATUBE.	27
Figura 9. Termografía del techo de las oficinas de almacén.	28
Figura 10. Humedad presente en la pared de recepción.	28
Figura 11. Cajas eléctricas destapadas.	29
Figura 12. Mangueras eléctricas rotas.	29
Figura 13. Poste de luminaria roto.	30
Figura 14. Socavación en el techo del edificio.....	30
Figura 15. Ductos de refrigeración central.	31
Figura 16. Domo SOLATUBE en desuso instalados en el techo del edificio.....	31
Figura 17. Resultados del programa HCDEOB	38
Figura 18. Resultados Corrida 1	40
Figura 19 Diagrama de causas de ineficiencias en el uso de energía para luminarias y equipo	41
Figura 20 Diagrama de causas de uso deficiente de energía en infraestructura	41
Figura 21. Resultados Corrida 1	48
Figura 22 Resultados corrida 2.....	48
Figura 23 Resultados corrida 3.....	48
Figura 24 Resultados Corrida 4	49
Figura 25. Resultados Corrida 5	49

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Consumo eléctrico por día en oficinas administrativas	65
Anexo 2 Resultados programa BETTER, escenario conservador	66
Anexo 3 Resultados programa BETTER, escenario nominal	69
Anexo 4 Resultados programa BETTER, escenario agresivo	72
Anexo 5 Resultados de la herramienta de calificación del desempeño energético de edificios para el uso de oficinas y bancos	75
Anexo 6 Resultados de la herramienta de cálculo NOM-008 y la herramienta de calificación del desempeño energético de edificios para el uso de oficinas y bancos	77

I. INTRODUCCIÓN

El reto más difícil que enfrenta la sociedad no es el consumo de energía en sí, sino las emisiones al ambiente de dióxido de carbono provenientes de ese consumo (Markovic *et al.*, 2012). Las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes del sector energético representan aproximadamente dos tercios de las emisiones totales provenientes de las actividades antropocéntricas (IEA, 2015). Analistas de la industria energética han afirmado por mucho tiempo que la eficiencia energética ofrece una gran oportunidad de ganar-ganar y que, a través de políticas estrictas en conservación de energía, se puede ahorrar dinero y reducir las externalidades negativas asociadas al uso energético (Allcott and Greenstone, 2012).

El presente proyecto está enfocado en realizar una auditoría de eficiencia energética al edificio que alberga las oficinas administrativas de una empresa productora de poliestireno expandido. Con esto se pretende identificar la situación actual de las oficinas con respecto a sus consumos energéticos y poder proporcionar recomendaciones para incrementar la eficiencia energética de la edificación. Este proyecto se complementará con el uso de tres programas informáticos para edificaciones no residenciales, que proporcionan un análisis con perspectivas diferentes entre sí y las recomendaciones obtenidas de cada programa, enriquecerán la información a presentarle a la empresa.

A continuación, se proponen los objetivos estratégicos y específicos, estableciendo el plan general del proyecto. Enseguida se encuentra el análisis literario en donde se tratan temas como cadena de suministro de la energía, eficiencia energética en procesos productivos, impactos y sustentabilidad, política energética, situación energética en México. Después del análisis literario se describe la metodología que fue seleccionada para el presente proyecto, esta se basa en el manual de eficiencia energética con enfoque en producción más limpia del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. En la siguiente sección se encuentran los resultados de la investigación, los cuales se dividen en planeación y organización, preevaluación, evaluación y análisis de factibilidad. Por último, se tienen la discusión, conclusiones y recomendaciones en las cuales se contrastan los resultados con la información del análisis literario y hacen propuestas para mejorar la eficiencia energética en las oficinas administrativas.

II. OBJETIVO ESTRATÉGICO

Mejorar la eficiencia energética en un edificio administrativo de una planta de fabricación de poliestireno expandido.

III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Llevar a cabo un análisis literario del estado del arte sobre la sustentabilidad energética en edificios enfocado en la industria del Poliestireno Expandido (EPS).
2. Diagnosticar la eficiencia energética inicial del edificio administrativo como parte de un Programa de Sustentabilidad Energética basado en el manual del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
3. Diseñar un programa para el fortalecimiento del uso eficiente de la energía eléctrica.
4. Validar el Programa de Sustentabilidad Energética.

IV. ANÁLISIS LITERARIO

4.1 Cadena de suministro de la energía: impactos y sustentabilidad

El reto más difícil que enfrenta la sociedad no es el consumo de energía en sí, sino las emisiones al ambiente de dióxido de carbono provenientes de ese consumo (Markovic *et al.*, 2012). Las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes del sector energético representan aproximadamente dos tercios de las emisiones totales provenientes de las actividades antropocéntricas (IEA, 2015). Estas emisiones, además de provocar cambios climáticos en el planeta, son tóxicas e impactan de forma negativa la salud de las personas, provocando enfermedades pulmonares y cardiovasculares (Ghorani-Azam, Riahi-Zanjani and Balali-Mood, 2016), siendo la exposición continua a contaminantes ambientales la novena causa de mortalidad por enfermedades cardiopulmonares (Kurt, Zhang and Pinkerton, 2016).

Con esto, se puede inferir que la cantidad de energía que se utiliza no tiene relevancia en relación al tipo de energía utilizada, ya que sería posible frenar significativamente el calentamiento global si se dejaran de usar combustibles fósiles (Lundie *et al.*, 2019). Consecuentemente, se han evaluado diferentes estrategias para la mitigación de las emisiones de dióxido de carbono en los sistemas productivos, dentro de las cuales se incluye la generación de energía a partir de fuentes renovables (Guerra Fernández, 2017), las cuales se clasifican en: energía hidráulica, solar, geotérmica y eólica (Pelissero and Hai, 2011).

La introducción de este tipo de energías a un mercado dominado por los combustibles fósiles se ha dificultado por su alto costo, ya que, a pesar del apoyo creciente de diferentes sectores, la infraestructura actual está diseñada, en su mayoría, para energías generadas a partir de fuentes no renovables (Joaquín and Vergara, 2017). Ante tal panorama se debe, por un lado, disminuir el consumo de energías provenientes de combustibles fósiles, y por otro, desarrollar las tecnologías que puedan proporcionar la energía necesaria para abastecer la demanda (Bhattacharyya, 2007).

Una de las barreras a sortear es que la producción de energía a gran escala utilizando fuentes renovables incrementa la variabilidad e intermitencia de la fuente de alimentación, en su generación, afectando la operación óptima de los sistemas convencionales de suministro de energía y la confiabilidad de la red de suministro (Zakeri and Syri, 2014). Lo anterior ha promovido la búsqueda de alternativas que mitiguen el efecto de estos factores; es aquí donde las tecnologías de almacenamiento de energía revisten

gran importancia, ya que favorecen el incremento de la producción energética proveniente de energías renovables (Gnaneswar Gude, 2015). La característica más importante de las tecnologías de almacenamiento es que acumulan el excedente de energía en un momento dado, permitiendo mantener la producción continua de energía de las fuentes renovables (Weitemeyer *et al.*, 2015).

Debido a que la naturaleza de los problemas energéticos es muy general y amplia, una respuesta exitosa requiere un sistema altamente integrado y coordinado de múltiples soluciones (Dekdouk *et al.*, 2018). Por una parte, se necesita realizar esfuerzos en diferentes áreas, entre las que se incluyen, el desarrollo de fuentes de energías renovables, el desarrollo de tecnologías de generación y distribución de energía, la administración inteligente de la cadena de suministro y el desarrollo de políticas efectivas (Lee, 2014). Por otra parte, la demanda de energía debe balancearse considerando las diferentes alternativas de energía existentes en la región utilizando las tecnologías disponibles (Saavedra M., Cristiano and Francisco, 2018).

4.2 Eficiencia energética en procesos productivos

Una de las formas de reducir el sobreconsumo de los sistemas actuales de energía, ocasionado por el uso extensivo de combustibles fósiles es la aplicación en conjunto del ahorro y la eficiencia energética (Stoeglehner *et al.*, 2014). No existe una definición concreta de eficiencia energética (Bhattacharyya, 2011), pero Patterson (1996) define la eficiencia energética como la utilización de una menor cantidad de energía para producir el mismo volumen de productos o servicios y esta relación se puede cuantificar con indicadores termodinámicos, económicos, físico-termodinámicos, entre otros. Estos indicadores permiten hacer comparaciones en diferentes niveles ya que pueden aplicarse a nivel de producto, sectorial, nacional, de actividad económica, de consumo de energía primaria y de consumo final de energía (Filippini and Hunt, 2015).

Analistas de la industria energética han afirmado por mucho tiempo que la eficiencia energética ofrece una gran oportunidad de ganar-ganar y que, a través de políticas estrictas en conservación de energía, se puede ahorrar dinero y reducir las externalidades negativas asociadas al uso energético (Allcott and Greenstone, 2012). Sin embargo, Herring (2006) sostiene que, aunque no necesariamente la eficiencia energética conduzca a una reducción en las emisiones de CO₂, los consumidores ahorrarán dinero y se promoverá una economía próspera y eficiente que permitirá efectuar la transición hacia el uso de energías libres de combustibles fósiles.

La eficiencia energética surge como una solución sustentable y plausible para estos retos, ya que es esencial para la reducción del consumo energético, incrementar los niveles de competitividad y reducir la huella de carbono (Montelpare *et al.*, 2018). A pesar de ser una estrategia vital, que maximiza las salidas y minimiza los costos operacionales (Li and Tao, 2017), la toma de decisiones en la industria depende de factores estratégicos y culturales; lo cual explica los diferentes comportamientos en consumo energético en empresas con condiciones similares (Paramonova and Thollander, 2016).

En la industria, un indicador que evidencia la necesidad de adoptar medidas de eficiencia energética es el aumento en el costo energético, considerado actualmente el costo operativo más grande que afrontan las empresas (Granell *et al.*, 2016). Los equipos en los que se obtienen mayores beneficios son en los motores debido a que poseen dos características importantes: representan entre el 60% y el 75% del consumo eléctrico y están presentes en todo tipo de industria, lo que permite una aplicación generalizada de las soluciones (Rondán de la Rosa, 2012).

En el sector comercial se debe prestar atención especial a los edificios ya que usan grandes cantidades de energía eléctrica en su funcionamiento (Mattinen *et al.*, 2014). En este sector las oficinas y las tiendas departamentales son los que presentan mayor consumo energético y emisiones de CO₂ al ambiente como consecuencia del uso de electricidad para iluminación, equipos de cómputo y aires acondicionados (Pérez-Lombard, Ortiz and Pout, 2008). Estos consumos energéticos tienen efectos complejos interrelacionados, por ejemplo, muchos equipos eléctricos de uso cotidiano, como las computadoras, servidores, impresoras, entre otros, generan calor dentro de los edificios, el cual tendrá después que retirarse mediante el uso de equipos de refrigeración, incrementando el gasto eléctrico (Swan and Ugursal, 2009).

Sin importar el sector que se contemple, existen barreras para la implementación de medidas encaminadas a lograr la eficiencia energética derivadas de la disparidad existente entre la posibilidad de reducir los consumos energéticos y el monto de la inversión, a esto se le conoce como paradoja de la eficiencia o brecha de la eficiencia (Chai and Yeo, 2012). Aunque las barreras de la eficiencia energética son las mismas a nivel mundial y más pronunciadas en países en vías de desarrollo, estas son difíciles de detectar (Suzuki, 2015). En el sector de los edificios, estas barreras son principalmente políticas, aunque también pueden ser técnicas, financieras aunadas a una falta de información y conciencia de los interesados (Allouhi *et al.*, 2015).

4.3 Política energética

Muchos gobiernos a nivel mundial se han comprometido a una transición hacia energías sustentables, entendiendo que el mercado de energía libre de carbono es un elemento esencial para lograr los objetivos de mitigación del cambio climático (Sorrell, 2015). Estos compromisos han resultado en un aumento significativo en el número de estrategias y políticas gubernamentales diseñadas para cambiar la manera en que la energía es producida y usada (Warren, 2014). Sin embargo, por el lado del suministro de energía, la mayoría de estas políticas se han enfocado en la descarbonización, mientras que por el lado de la demanda de energía no ha habido mucho avance (Kuzemko et al., 2017).

Las decisiones políticas son de gran importancia para alcanzar la sustentabilidad en sus tres dimensiones, ya que pueden proporcionar incentivos económicos a la producción y consumo eficiente de la energía (Gatzert and Kosub, 2017), promoviendo el suministro básico en cantidad y calidad suficientes para cubrir la demanda energética, así como también apoyar la explotación racional de los recursos naturales energéticos y el uso de recursos naturales con energías limpias (Garrón Bozo, 2008). Para poder lograr lo anterior, se requiere de la renovación de la política energética actual; gestionar una política energética más ecológica y que fundamentalmente involucre a los países en desarrollo (Marseglia, Riviuccio and Medaglia, 2018).

La política energética debe tener como objetivo asegurar un suministro de energía que contribuya a una mejor calidad de vida, a un mayor desarrollo tecnológico y la protección del medio ambiente (de la Vega Navarro, 2007). Por ejemplo, la reducción en las emisiones de dióxido de carbono asociada a la producción de energía a partir de combustibles fósiles es una tarea crítica para lograr los objetivos globales de la agenda 2030 que buscan lograr la reducción de gases de efecto invernadero (Skone, 2015). Estas políticas deben de gestionarse de manera conjunta entre el gobierno y la industria privada para poder generar un sistema de suministro energético eficiente a largo plazo (Sanders et al., 2014).

El papel que juega el gobierno en la búsqueda de fuentes de energía menos contaminantes es muy importante, ya que la aplicación de políticas apropiadas puede impulsar el desarrollo de las energías renovables (Abdmouleh, Alammari and Gastli, 2015). El cambiar el uso de energías provenientes de fuentes tradicionales a fuentes renovables, no solo permite mantener el crecimiento económico, sino también diversificar los

suministros de energía para incrementar la seguridad energética y limitar la dependencia de las fuentes no renovables (Karasoy and Akçay, 2018). Sin embargo, la adopción de fuentes de energía renovables no resuelve el problema *per se*, debido a que no pueden proveer energía de manera estable por depender en su mayoría de las condiciones climáticas (Salonitis, 2015).

En el contexto de la agenda 2030, constituida por diecisiete objetivos de desarrollo sustentable (ODS) y 169 metas (Gobierno de México, 2017), la Agencia Internacional de Energía (IEA) ve el uso de nuevas tecnologías para la captura de carbono y el almacenamiento de energía, como una herramienta esencial para vincular las necesidades actuales y futuras de energía con los mencionados ODS, específicamente a los objetivos 7 y 13 (IEA, 2018a).

El objetivo 7, energía asequible y no contaminante, tiene entre sus metas a cumplir para el año 2030, (1) garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos, (2) aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas, y (3) duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética (PNUD, 2015). Algunas de las metas del objetivo 13, acción por el clima, son: (1) fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países, y (2) incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales (UN, 2017).

4.4 Situación Energética en México

En el año 2013 se aprobó en México la reforma energética, motivo por el cual el país se encuentra actualmente en un periodo de transición, con miras en la modificación de la estructura que ha gobernado el sector energético por más de 80 años (IEA, 2018b). Algunos de los beneficios que busca la reforma energética es que la población y el sector industrial tengan tarifas más asequibles en su consumo eléctrico, esto se lograría mediante la promoción de una mayor diversificación en fuentes de generación, incluyendo fuentes renovables, al mismo tiempo que la generación se lleve a cabo por quién produzca a menor costo (Gobierno de México, 2016).

Cabe señalar que existen opiniones divididas con respecto a la reforma de la política energética; la fracción que está a favor ve esta reforma como la entrada al mundo globalizado en materia de energéticos, lo que permitiría promover la competitividad en la producción energética y, por consiguiente, la mejora de los costos del consumo energético

(Merchand, 2015). La contraparte argumenta que la reforma le da entrada a empresas extranjeras que tienen como objetivo enriquecerse con la explotación de los recursos naturales, dejando a su paso, un deterioro ambiental considerable (Garriga and Vidiella, 2015).

La regulación del sector energético está sujeta a los objetivos que fija la política energética (Paiva, 1996), por lo que la relevancia que cada país le da a la inversión en energías renovables cambia con el tiempo, ya que depende de la ideología política y de las prioridades particulares que tiene cada periodo de gobierno (Kester, Moyer and Song, 2015). Esto se puede observar actualmente en el gobierno mexicano que se ha enfocado en promover proyectos energéticos mediante el uso de combustibles fósiles, yendo en sentido opuesto a las tendencias mundiales que buscan el desarrollo de energías no contaminantes, dejando de lado proyectos que fomentan el uso de combustibles de transición y apartándose de esfuerzos que impulsan la utilización de energías renovables (Arzate, 2019).

El primero de enero del 2016 entró en vigor el Acuerdo de París sobre cambio climático, firmado por más de 150 países en el año 2015, y que responde a la necesidad de limitar el aumento de las temperaturas globales a menos de dos grados centígrados (UN, 2016). Como parte de los esfuerzos por cumplir con este acuerdo, el 24 de diciembre del 2015 México emitió la Ley de Transición Energética que establece que la participación de las energías no contaminantes en el sector energético debe incrementarse gradualmente (DOF, 2015).

Para la implementación de la agenda 2030, cada gobierno tiene la libertad de determinar sus propios objetivos nacionales, desarrollando planes y estrategias de trabajo basados en la experiencia y conocimiento de los países desarrollados (Colglazier, 2015). México es un ejemplo del fortalecimiento del sistema de investigación e información estadística a nivel Latinoamérica, al desarrollar una herramienta para el monitoreo de los 100 indicadores que el país adoptó para 11 de los 17 objetivos de desarrollo sustentable (Huitrón and Santander, 2018). A pesar de este logro, la situación de México es complicada en cuanto al cumplimiento en tiempo y forma de los objetivos, ya que al destinar solo el 0.5% del PIB para investigación y desarrollo, se carece de los avances tecnológicos y de la innovación necesarias para lograr alcanzarlos (Trejo, 2017).

Los avances de México en relación con los objetivos de la agenda 2030 se han concretado gracias al gran número de programas y acciones enfocadas al ahorro y uso eficiente de la energía (CEPAL, 2018). En estos se ha buscado maximizar el ahorro

energético a través de cambio de hábitos, mejores prácticas, el uso de equipos más eficientes y aprovechamiento óptimo de infraestructura y materiales (CONUEE, 2018). Algunos datos destacados sobre los avances que ha tenido México en los ODS 7 y 13, se enlistan a continuación: entre 2012 y 2015 aumentó 0.2% la población con acceso a electricidad, y al término del primer semestre de 2018 la generación por fuentes renovables alcanzó 24.12% (40,499.01 GWh), menos de un punto porcentual para cumplir la meta del 25% (SENER, 2018). La intensidad energética se redujo en 5% entre 2012 y 2016, por lo que se requiere menos energía para producir cada peso del Producto Interno Bruto (SENER, 2015), y las emisiones de gases de efecto invernadero entre 2010 y 2015 disminuyeron en un a 0.8% (Gobierno de México, 2018).

V. METODOLOGÍA

a) Tipo de estudio

Se llevará a cabo un estudio cuantitativo en el que se incluyen los cálculos para la determinación de los consumos y distribución de la energía eléctrica, así como la determinación de los hábitos de los usuarios.

b) Diseño Metodológico

La metodología seleccionada para este estudio está basada en el manual de producción más limpia y eficiencia energética (PL-EE) del Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP, 2004), haciéndose adaptaciones para el caso en particular. Esta metodología está agrupada en 5 etapas generales que son: planeación y organización, preevaluación, evaluación, análisis de costos e implementación y seguimiento (Figura 1), las cuales se describen a continuación.

Etapa 1 Planeación y organización

Esta primera etapa tiene como objetivo el determinar las bases de lo que será la auditoría energética y es de suma importancia ya que en ella se establece el compromiso de la empresa, la participación de los trabajadores y el enfoque de la auditoría entre otros.

Etapa 2 Preevaluación

En esta etapa se realiza una evaluación preparatoria del objeto de estudio para conocer las condiciones en las que este se encuentra en cuanto consumos energéticos, así como determinar áreas de oportunidad en ineficiencias energéticas.

Etapa 3: Evaluación

En esta etapa se realiza la auditoría energética y se llevan a cabo los balances correspondientes de materia y energía. En base a los hallazgos encontrados el equipo de auditoría deberá proponer soluciones, las cuales deberán ser evaluadas y discretizadas por prioridad y así determinar cuáles pueden ser aplicadas directamente y cuáles requieren un mayor análisis antes de su implementación. Aunado a lo anterior, se decidió implementar herramientas adicionales que complementen los resultados obtenidos, proporcionando un panorama más completo sobre las condiciones actuales de las oficinas administrativas.

La primer herramienta lleva por nombre *Building Efficiency Targeting Tool for Energy Retrofits*, mejor conocido como BETTER, por sus siglas en inglés, el cual genera una serie de recomendaciones, a través de una comparativa con edificios de características similares, para poder aumentar la eficiencia energética del inmueble analizado (University of California-Lawrence Berkeley National Laboratory, 2017).

El segundo programa se llama *herramienta de calificación del desempeño energético de edificios para el uso de oficinas y bancos* (HCDEOB), este programa fue desarrollado por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) y genera una calificación de desempeño energético en base a una comparativa con edificios de características similares (CONUEE, 2015).

Por último, se utilizará el programa herramienta de cálculo NOM-008-ENER-2001, el cual determina el grado de cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia Energética en Edificaciones, Envolvente de Edificios no Residenciales. Este programa da una calificación a las edificaciones analizadas dentro de una escala de 0 % a 100 % teniendo como valor mínimo satisfactorio 75 % (CONUEE, 2017).

Etapa 4: Análisis de Costos

En esta etapa se hace un análisis de los costos de inversión para la aplicación de las diferentes propuestas planteadas a la empresa con el fin de incrementar su eficiencia energética

Etapa 5: Implementación y Seguimiento

En esta etapa se realiza el plan de implementación, el cuál debe de contener claramente, las fechas, tareas y responsabilidades de las actividades a realizar, también se deben definir los recursos necesarios para las mejoras, así como la logística, los cambios en la estructura administrativa, de ser necesarios, los cambios en las políticas internas y la creación de los sistemas de control y monitoreo que garanticen una mejora continua en eficiencia energética. Debido a las dificultades presentadas por la pandemia por COVID 19 este punto se realizó de forma parcial.



Figura 1. Programa de Eficiencia Energética basado en Producción más Limpia (PL-EE)
 Fuente: UNEP, 2004. Cleaner Production – Energy Efficiency Manual. United Nations Environment Programme: Oxford. ISBN: 92-807-2444-4.

c) Alcance.

El estudio se realizará en la empresa FANOSA, productora de poliestireno expandido con enfoque principalmente en la rama de la construcción, con domicilio en carretera a Sahuaripa Km 4.5, Colonia Parque Industrial en Hermosillo, Sonora. El alcance del proyecto abarca las oficinas administrativas, las cuales albergan al personal de ventas, sistemas, recepción y gerencia de planta, así como las áreas de cocina, sala de juntas y la sala de demostración de productos. El estudio tendrá un periodo de duración de abril 2019 a junio 2020.

d) Preguntas de Investigación

¿En un enfoque sistémico, qué áreas de la edificación participante tienen mayor oportunidad para mejorar su eficiencia energética?

¿Qué medidas de eficiencia energética se pueden llevar a cabo en un contexto de sustentabilidad?

e) Objeto de estudio.

El principal objeto de estudio en este proyecto es determinar los patrones de consumo energético dentro de las oficinas administrativas de FANOSA planta Hermosillo.

f) Selección del objeto de estudio o del lugar que ubica al objeto de estudio.

El objeto de estudio se seleccionó en base al interés de la administración de la empresa en eficientizar el uso de la energía eléctrica dentro de sus instalaciones, buscando dar cumplimiento a la legislación vigente y contribuir con los objetivos 7 “Energía asequible y no contaminante” y 13 “Acción por el clima” de la agenda 2030 de las Naciones Unidas.

g) Instrumentos de recolección y manejo de datos.

- Formato Inspección Infraestructura
- Formato Inspección Equipos Eléctricos, Electrónicos e Instalaciones Eléctricas
- Flexómetro
- Base de datos de Excel
- Cámara termográfica (FLIR, modelo E5)
- Medidor de distancia láser (STEREN, modelo HER-429)

VI. RESULTADOS

6.1 Etapa de Planeación y Organización.

6.1.1 Obteniendo el compromiso de la gerencia

El día 17 de mayo del 2019 se llevó a cabo una reunión en la que las partes involucradas acordaron la realización del programa de eficiencia energética en las oficinas administrativas de FANOSA planta Hermosillo. En esta reunión se dieron a conocer los objetivos de la auditoría, así como su alcance. La reunión fue precedida por el Gerente de Planta FANOSA, el Líder del Proyecto por parte de la Universidad de Sonora, la Gerente Nacional de Sistemas de Aislamiento Térmico para la Edificación de FANOSA corporativo y el Estudiante de la Maestría en Sustentabilidad en la Universidad de Sonora. Para la formalización del programa de eficiencia energética se firmó un convenio de colaboración entre las partes interesadas en donde se plasmaron los intereses de ambas partes. Cada una de las partes se quedó con un juego original del convenio como evidencia y respaldo de las actividades a desarrollar.

6.1.2 Involucramiento del personal y Conformación del equipo de trabajo.

El equipo de trabajo se conformó entre el departamento de mantenimiento de planta FANOSA, el líder del proyecto por parte de la Universidad de Sonora y el estudiante de la maestría en sustentabilidad. Con el establecimiento del equipo de trabajo se procedió a la realización de las tareas de auditoría.

6.1.3 Compilación de información básica.

1. Información básica del sitio:

FANOSA es una empresa mexicana fundada en Hermosillo, Sonora, en 1968, es líder en la fabricación de productos de Poliestireno Expandido (EPS), el cuál es un derivado del petróleo, que una vez procesado se convierte en un material térmico muy ligero. Este producto tiene aplicación en los mercados de la construcción, industrial, agropecuario y doméstico. Actualmente la empresa cuenta con 1 corporativo, 15 plantas productivas, 19 centros de distribución y 4 centros de representación y ventas.

La realización de la auditoría energética se llevó a cabo en las oficinas administrativas de la planta productiva localizada en la ciudad de Hermosillo, Sonora, con dirección en carretera a Sahuaripa Km 4.5 s/n Col, Parque Industrial cp. 83299. El objetivo de dicha auditoría es el hacer un análisis de los consumos energéticos, verificar las condiciones de

las instalaciones determinando puntos de fuga de calor y analizar los hábitos de los usuarios en el uso de la energía eléctrica.

Las oficinas administrativas se encuentran localizadas al frente de la nave industrial siendo la fachada de ésta. La construcción tiene un área de 501 m² aproximadamente en donde se encuentran 26 áreas que incluye oficinas, baños y una cocineta (Tabla 1).

Al momento de la realización de la auditoría los materiales de construcción del edificio de las oficinas administrativas no son conocidos por el personal que se encuentra laborando, estas instalaciones son más antiguas que el tiempo que tiene el personal existente en la empresa. Debido a esta situación se supondrán escenarios diferentes con diversos materiales para las estimaciones de calor.

La empresa mantiene un compromiso continuo con el medio ambiente, la sociedad y sus clientes y lo da a conocer a través de su misión, visión y políticas las cuáles difunde a través de su página web, capacitación a su personal y proveedores y en forma impresa en las oficinas administrativas. Cabe señalar que, aunque las políticas se dan a conocer por diferentes medios, el personal no recibe una capacitación periódica en temas de eficiencia energética.

A continuación, se muestran las políticas mencionadas:

Misión

"Contribuir al cumplimiento de los objetivos de nuestros clientes, a través del aislamiento, la protección o el ahorro, proporcionándoles productos y servicios diferenciados de Poliestireno expandido (EPS) y otros relacionados."

Promoviendo los valores y el crecimiento del Capital Humano.

Maximizando la rentabilidad, asegurando la permanencia a largo plazo.

Desarrollando operaciones eficientes e incentivando la innovación.

Participando activamente en el cuidado y mejoramiento del medio ambiente, asumiendo nuestras responsabilidades sociales.

Visión

"Estar presente en todas las obras de construcción y con todos los usuarios de empaque en nuestra área de influencia".

Políticas de Calidad

"Satisfacer las expectativas de nuestros clientes, ofreciéndoles productos de calidad, excelente servicio y entregas a tiempo; es el proceso de mejora continua nuestro camino; son nuestros colaboradores comprometidos y participativos parte fundamental para lograrlo."

Responsabilidad Social

FANOSA®, empresa fundada hace más de 50 años, distinguida por su preocupación por las personas y su desarrollo integral, el medio ambiente y su comunidad. La responsabilidad social forma parte de FANOSA®, lo cual se ve reflejado tanto en colaboradores, clientes y proveedores como en las relaciones con las comunidades donde tenemos presencia.

Valores

- Honestidad
- Responsabilidad
- Espíritu de Servicio
- Respeto
- Orden y limpieza
- Puntualidad
- Trabajo en Equipo
- Creatividad
- Lealtad
- Eficiencia

Política Ambiental

FANOSA® está comprometida con el medio ambiente y somos conscientes de que todas nuestras actividades relacionadas a la fabricación de productos de poliestireno expandido deben planearse y desarrollarse, cuidando y evitando en todo momento cualquier impacto ambiental y de esta manera heredar un mejor planeta a futuras generaciones.

Principios de esta política:

- Cumplir con la Legislación y Reglamentación Ambiental aplicable a las actividades y operaciones de FANOSA®.
- Minimizar y evitar en lo posible los impactos ambientales derivados de nuestras actividades, buscando mejorar continuamente en la reducción de la contaminación.

- Fomentar en todos nuestros colaboradores el uso eficiente de recursos no renovables y minimizar la generación de residuos en las operaciones, así como las emisiones atmosféricas y las descargas de aguas residuales.
- Involucrar, formar y responsabilizar a las personas que integren la comisión ambiental para que respeten, compartan y apliquen nuestras políticas tanto trabajadores de FANOSA®, como proveedores o prestadores de servicios.

Sustentabilidad

Una acción dice más que mil palabras. En FANOSA® estamos haciendo compromisos para seguir siendo una empresa responsable con nuestro medio ambiente. Nuestros productos están diseñados para brindar aislamiento térmico, reduciendo con esto el consumo de energía.

Nuestros procesos están cambiando para utilizar combustibles alternos que minimicen las emisiones a la atmósfera, reduzcan el consumo de agua y se aprovechen más los recursos en transporte.

Nuestros centros de reciclado reciben poliestireno expandido (EPS), reduciendo los desechos y aprovechando el material al máximo.

Desde el diseño hasta la entrega; desde las líneas de producción hasta las oficinas, desde una perla de poliestireno hasta nuestros productos terminados, la sustentabilidad es algo integral.

6.2 Etapa de Preevaluación

6.2.1 Recorrido por las oficinas administrativas

Previo a la realización de los recorridos en las oficinas administrativas, para el levantamiento del inventario de herramientas y equipos, se seccionó el área de trabajo para un mejor control de los datos. Utilizando como guía el plano de las instalaciones proporcionado por la empresa, se hizo la división como se muestra en la Figura 2.

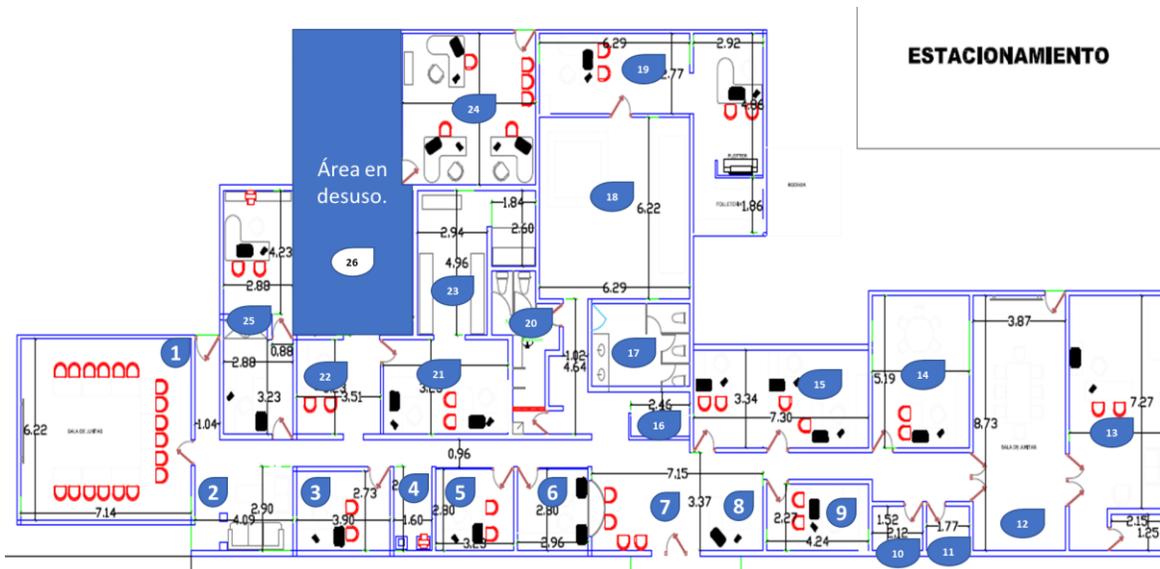


Figura 2. Distribución de las oficinas administrativas en FANOSA planta Hermosillo.

El edificio se dividió en 26 áreas de trabajo. De éstas, una se encontraba en desuso por lo que se decidió excluirla del estudio. La numeración asignada a cada área se hizo de forma discrecional por lo que el número que muestra cada una de ellas no tiene relevancia específica en el proyecto.

La determinación de las áreas dentro de las oficinas administrativas se calculó con base en las medidas plasmadas en el plano proporcionado por la empresa (Tabla 1). Todas las áreas que se tomaron en cuenta para el desarrollo del proyecto se encontraban en operación normal durante el periodo de realización de la auditoría, por lo que en todas ellas se presentaban consumos eléctricos.

Tabla 1. Áreas en metros cuadrados de oficinas y baños

ID croquis	Área	Superficie (m ²)
1	Sala de juntas	44.41
2	Estancia y pasillos	51.47
3	Jefe administrativo	10.65
4	Centro de copiado	4.64
5	Cuentas por pagar	9.21
6	Ventas recepción	8.29
7	Sala espera recepción	11.62
8	Recepción	8.40
9	Planner	9.62
10	Baño mujeres 1	3.22
11	Asistente de gerencia comercial	2.69
12	Ventas Insulpanel	33.79
13	Sub dirección	33.23
14	Gte de comercialización	21.07
15	Ventas	24.38
16	Cocineta	3.79
17	Baño mujeres 2	13.18
18	Display	39.12
19	Asesoría Técnica	37.05
20	Baño Hombres	8.08
21	Crédito y cobranza	16.96
22	Sistemas	11.34
23	SITE	19.37
24	Almacén	28.91
25	Capital humano	46.20
Sub-total		477.61
26	Área en desuso	23.13
Total		500.74

Fuente: Elaboración propia

Los consumos eléctricos dentro de las oficinas se deben básicamente a equipos de refrigeración, impresoras, iluminación y equipos de cómputo. Con base en esta información se procedió a hacer los recorridos y el levantamiento de inventarios.

6.2.2 Matriz de autoevaluación de gestión energética

Junto con las observaciones en los recorridos, se consideró importante conocer la percepción que tenía la alta gerencia sobre su desempeño energético en las oficinas administrativas. Con este fin se les solicitó llenar la matriz de administración ambiental (Tabla 2), la cual consta de 6 rubros distintos que van en un rango de 0 a 4, siendo 0 la calificación más baja y 4 la más alta. A continuación, se presenta la matriz con la evaluación proporcionada por la alta gerencia.

En la matriz de autoevaluación proporcionada por la empresa (Tabla 2) se puede apreciar que todos los rubros se sitúan en el nivel 2. Este resultado indica que la empresa cuenta con políticas energéticas, pero estas no se han implantado en su totalidad. Se realizan monitoreos de los consumos energéticos a través de los recibos correspondientes,

pero solo para cuestiones contables, dejando de lado la identificación y previsión de consumos eléctricos en exceso. Se cuenta con un encargado del departamento energía/ambiental que le reporta a un comité administrativo, pero hay poca claridad en la línea de mando y se hacen inversiones con criterios de retorno a corto plazo.

Tabla 2. Matriz de autoevaluación de la cultura organizacional en gestión energética

Nivel	Políticas y sistemas	Organización	Motivación	Sistemas de información	Conciencia	Inversión
4	Se cuenta con una política formal ambiental/energética y sistema de administración. Planes de acción y revisiones regulares con el compromiso de la alta gerencia o parte de la estrategia corporativa	La administración ambiental/energía está completamente integrada en la estructura administrativa. Delegación clara de la responsabilidad por el uso de la energía	Canales de información formales e informales, usados regularmente por el gerente ambiental/energía y por el personal en todos los niveles	Se cuenta con un sistema integral que establece objetivos; monitorea los consumos de materiales y energía, residuos y emisiones; identifica fallas; cuantifica los costos y ahorros; y proporciona seguimiento de presupuestos	Se promueve el valor de consumos de materiales y eficiencia energética y el desempeño de la administración ambiental/energética.	Discriminación positiva a favor de esquemas de ahorro ambiental/energía en oportunidades de mejora en plantas y edificios.
3	Política ambiental/energética formal, pero sin un sistema formal de administración y sin un compromiso activo por parte de la alta dirección	Gerente ambiental/energía responsable del comité energético dirigido por un miembro de la alta dirección	Uso del comité ambiental/energía como canal principal de comunicación junto con el contacto directo con la mayoría de los usuarios	Informes de monitoreo y objetivos para premisas individuales basadas en sub-mediciones/monitoreos, pero los ahorros no son reportados efectivamente a los usuarios	Programa de concientización al personal	Se usa el mismo criterio de retorno que en otras inversiones. Valoración superficial oportunidades de mejora en plantas y edificios
2	Política ambiental/energética informal o sin adoptar, establecida por el gerente ambiental/energía 	El gerente en puesto del departamento ambiental/energía le reporta a un comité, pero la autoridad y línea de mando no son claras 	Contacto con la mayoría de los usuarios a través de un comité dirigido por el gerente del departamento 	Reportes de monitoreo y enfoque basados en suministro, mediciones y facturas. El personal del departamento ambiental/energía se involucra en la determinación de los presupuestos 	Se cuenta con personal con entrenamiento y conciencia 	Se hacen inversiones usando mayormente criterios de retorno cortos 
1	Se tienen guías, pero no están escritas	La administración de la energía y medio ambiente son actividades de tiempo parcial de alguien con autoridad o influencia limitadas	Contacto informal entre ingeniería y unos pocos usuarios	Reporte de costos basado en los datos de las facturas. Ingeniería compila los reportes para uso técnico del departamento	Se tienen acercamientos informales para promover la eficiencia energética y conservación de los recursos	Sólo se toman medidas de bajo costo
0	No se tienen políticas	No hay gerente ambiental o de energía ni delegación formal de la responsabilidad ambiental o energética/uso de la energía	No hay contacto con usuarios	Sin sistema de información. No se contabilizan los consumos de materiales y energía ni desperdicios	No hay difusión sobre eficiencia energética y conservación de los recursos	No hay incremento en la inversión en premisas ambientales o energéticas

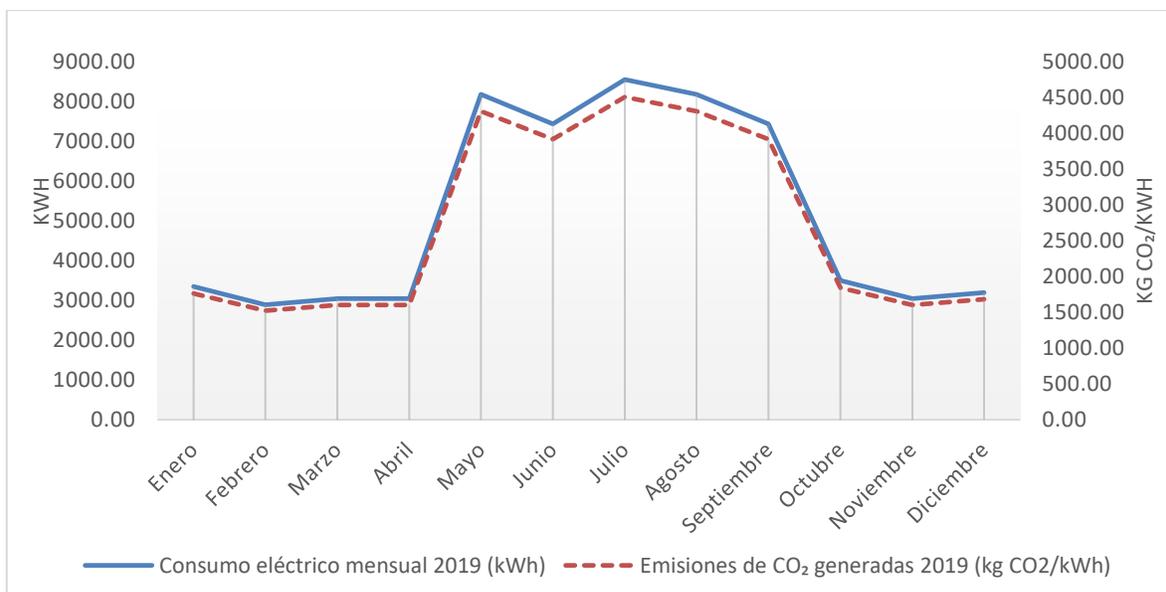


Figura 3. Consumo eléctrico vs emisiones de CO₂ 2019

Para poder estimar los consumos eléctricos y las emisiones de CO₂ mensuales de las oficinas administrativas (Figura 3) se tuvieron que hacer algunos cálculos basados en las estimaciones de los consumos energéticos de éstas, ya que la empresa cuenta con un único medidor eléctrico que suministra electricidad a las oficinas y al proceso productivo. Para los cálculos se tomó como base el consumo eléctrico calculado para un día típico de verano y para un día típico de invierno. La diferencia entre los dos consumos es en el uso de los sistemas de refrigeración, los cuáles no se encienden durante 7 meses (invierno), por lo que se tiene un menor consumo eléctrico durante este periodo y los 5 meses en los que sí operan estos equipos (verano) se tienen los consumos eléctrico más altos del año.

Los datos de consumo eléctrico se multiplicaron por los días trabajados en cada mes (Tabla 3), estos se calcularon restando los días de descanso y los días festivos, siete en total, del año 2019 lo que nos generó los siguientes días laborados por mes.

Tabla 3. Días laborados por mes

ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
22	19	20	20	22	20	23	22	20	23	20	21

Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de consumo eléctrico enero = Consumo en un día típico de invierno X días laborados en el mes

$$CE \text{ enero} = 151.993 \text{ kWh} * 22 \text{ días}$$

$$CE \text{ enero} = 3343.85 \text{ kWh}$$

Ejemplo de consumo eléctrico mayo = Consumo en un día típico de verano X días
laborados en el mes

$$CE \text{ mayo} = 371.45 \text{ kWh} * 22 \text{ días}$$

$$CE \text{ mayo} = 8\ 174.1 \text{ kWh}$$

6.3 Etapa de Evaluación

6.3.1 Análisis del Inventario

Una vez recolectada la información básica, se procedió con los recorridos por las oficinas para hacer el inventario de equipos eléctricos, luminarias y aires acondicionados y poder determinar los consumos energéticos en cada área. Los inventarios se hicieron siguiendo la numeración mostrada en el mapa (Figura 2), iniciando en la oficina 1 y terminando en la oficina 25 en orden consecutivo. La obtención de los datos de cada uno de los equipos se obtuvo de las etiquetas de información técnica que cada uno de ellos tiene adherida. Para los casos en los que no se contaba con la etiqueta, o en donde ésta ya no era legible, se procedió a consultar los manuales de usuario en internet para extraer la información.

Se observó durante los recorridos que algunas oficinas utilizaban refrigeración central mientras que otras ya habían sido equipadas con minisplits (Tabla 4). Del mismo modo se observó que las luminarias instaladas (Tabla 5) operaban con diferentes tecnologías, las más antiguas usaban tubos fluorescentes y las más nuevas eran tecnología led. En el caso de los equipos de cómputo se encontró que la empresa prefiere el uso de laptops y computadoras de escritorio de la marca Dell, aunque en el caso de los monitores se encontraron otras marcas como ACER y LG (Tabla 6).

Tabla 4. Equipos de aire acondicionado

ID croquis	Área	Cantidad	Equipo	Modelo	Potencia (W)	Hrs de uso al día	Energía (kWh)	
1	Sala de juntas	1	AA Minisplit	LG	2 ton	3 000	2	6.00
2	Estancia y pasillos	1	AA Central	York	1.5 ton	1 200	9	10.80
3	Jefe administrativo							
4	Centro de copiado							
5	Cuentas por pagar							
6	Ventas recepción							
7	Sala espera recepción							
8	Recepción							
9	Planner	1	AA Minisplit	LG	1 ton	1 800	9	16.20
10	Baño mujeres 1	0	-	-	-	-	-	-
11	Asistente de Gte. Comercial	1	AA Minisplit	Midea	1 ton	1 150	9	10.35
12	Ventas Insulpanel	1	AA Minisplit	York	3 ton	4 450	9	40.05
13	Sub dirección	1	AA Minisplit	York	2 ton	2 280	9	20.52
14	Gte de comercialización	1	AA Minisplit	Mirage	1 ton	1 160	9	10.44
15	Ventas	1	AA Minisplit	Mirage	2 ton	2 280	9	20.52
16	Cocineta	0	-	-	-	-	-	-
17	Baño mujeres 2	0	-	-	-	-	-	-
18	Display	0	-	-	-	-	-	-
19	Asesoría Técnica	2	AA Minisplit	Mirage	1 ton	2 320	9	20.88
21	crédito y cobranza	1	AA Central	York	1.5 ton	1 200	9	10.80
22	Sistemas							
23	SITE	2	AA Minisplit	Mirage X3	1 ton	2 000	24	48.00
24	Almacén	1	AA Minisplit	York	2 ton	2 280	9	20.52
25	Capital humano	2	AA Minisplit	York	1 ton	3 600	9	32.40
Total					28 720	125	267.48	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Inventario de luminarias

ID croquis	Área	Cantidad	Modelo	Potencia (W)	Hrs de uso al día	Energía (kWh)
1	Sala de juntas	6	Led	16	2	0.19
2	Estancia y pasillos	4	Fluorescentes	28	9	1.01
3	Jefe administrativo	2	Led	16	9	0.29
4	Centro de copiado	1	Led	16	9	0.14
5	Cuentas por pagar	1	Fluorescentes	45	9	0.41
6	Ventas recepción	1	Led	16	9	0.14
7	Sala espera recepción	1	Led	75	9	0.68
8	Recepción	1	Led	28	9	0.25
9	Planner	1	Led	75	9	0.68
10	Baño mujeres 1	1	Fluorescentes	28	3	0.08
11	Asistente de Gte. comercial	1	Fluorescentes	28	9	0.25
12	Ventas Insulpanel	3	Led	16	9	0.43
13	Sub dirección	8	Led	18	9	1.30
14	Gte de comercialización	2	Led	18	9	0.32
15	Ventas	3	Led	18	9	0.49
16	Cocineta	1	Fluorescentes	28	9	0.25
17	Baño mujeres 2	2	Fluorescentes	28	3	0.17
18	Display	14	Spot	12	9	1.51
		16	Led	18	9	2.59
19	Asesoría Técnica	2	Fluorescentes	28	9	0.50
		2	Led	18	9	0.32
20	Baño hombres	2	Fluorescentes	28	3	0.17
21	Crédito y cobranza	2	Fluorescentes	28	9	0.50
22	Sistemas	1	Fluorescentes	28	9	0.25
23	SITE	3	Fluorescentes	28	1	0.08
24	Almacén	2	Led	18	9	0.32
25	Capital humano	2	Fluorescentes	30	9	0.54
Total				733	210	13.88

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Inventario de equipo de cómputo e impresoras

ID croquis	Área	Cantidad	Equipo	Modelo	Potencia (W)	Hrs de uso al día	Energía (kWh)
1	Sala de juntas	-	-	-	-	-	-
2	Estancia y pasillos	-	-	-	-	-	-
3	Jefe administrativo	1	Laptop	Dell	75	9	0.68
		1	Monitor	Dell	22	9	0.20
4	Centro de copiado	1	Impresora	Canon super G3	1500	3	4.50
		1	Impresora	HP LaserJet P3015	780	3	2.34
		1	Impresora	HP LaserJet Pro 400 M401n	570	3	1.71
5	Cuentas por pagar	1	PC	Dell	240	9	2.16
		1	Monitor	Dell	20	9	0.18
6	Ventas recepción	2	PC	Dell	240	9	4.32
		2	Monitor	Dell	20	9	0.36
7	Sala espera recepción	-	-	-	-	-	-
8	Recepción	1	PC	Dell	240	9	2.16
		1	Monitor	Dell	20	9	0.18
		1	Impresora	Hp LaserJet P2035n	55	3	0.17
9	Planner	1	PC	Dell	240	9	2.16
		1	Monitor	Dell	20	9	0.18
10	Baño mujeres 1	-	-	-	-	-	-
11	Asistente de Gte. comercial	1	PC	Dell optiplex 9010	200	9	1.80
12	Ventas Insulpanel	4	Laptop	Dell	80	9	2.88
13	Sub dirección	1	Laptop	Dell	80	9	0.72
		1	Monitor	Acer	30	9	0.27
14	Gte de comercialización	1	Laptop	Dell	80	9	0.72
		1	Monitor	Dell	30	9	0.27
15	Ventas	3	Laptop	Dell	80	9	2.16
16	Cocineta	-	-	-	-	-	-
17	Baño mujeres 2	-	-	-	-	-	-
18	Display	-	-	-	-	-	-
19	Asesoría Técnica	4	Laptop	Dell	80	9	2.88
		3	Monitor	Dell	30	9	0.81
		1	Monitor	Lg 25UM58	30	9	0.27
		1	Impresora	Hp designjet T120	350	3	1.05
		1	Impresora	HP Colorjet pro M254DW	380	3	1.14
20	Baño hombres	-	-	-	-	-	-
21	Crédito y cobranza	1	Pc	Dell	240	9	2.16
		1	Monitor	Dell	20	9	0.18
		1	Laptop	Dell	75	9	0.68
		1	Monitor	LG 19M35A	27	9	0.24
		1	Impresora	Hp deskjet 5650	30	3	0.09
22	Sistemas	1	PC	Dell	240	9	2.16
		1	Monitor	Dell	30	9	0.27
23	SITE	1	Servidor	Dell E20S	495	24	11.88
		1	Memoria grabadora de video	Meriva	10	24	0.24
		1	Switch dedicado	Cisco	460	24	11.04
		1	Switch dedicado	HP	59	24	1.42
		1	NOC	ISCOM 2600 G series	15	24	0.36
		1	Conmutador	World DSL	18	24	0.43
24	Almacén	4	PC	Dell	240	9	8.64
		4	Monitor	Dell	20	9	0.72
		1	Impresora	Hp laser jetpro M402n	600	3	1.80
25	Capital humano	1	Pc	Dell	240	9	2.16
		2	Monitor	Dell	22	9	0.40
		1	Laptop	Dell	75	9	0.68
		1	Impresora	Hp laser pro	480	3	1.44
Totales					8 888	450	83.24

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4 y Figura 5 se observan los consumos eléctricos en cada oficina, siendo el SITE el que presenta un mayor consumo tanto en invierno como en verano, (en el Anexo 1 se encuentra la tabla con los datos utilizados para generar las Figuras 4 y 5). Esto debido a que en este lugar se encuentran los equipos de telecomunicación (servidor,

rúter, entre otros), así como 2 aires acondicionados y todos estos equipos deben operar las 24 horas del día, los 7 días de la semana, ya que requieren temperaturas bajas de operación y son de suma importancia para las operaciones diarias de la empresa.

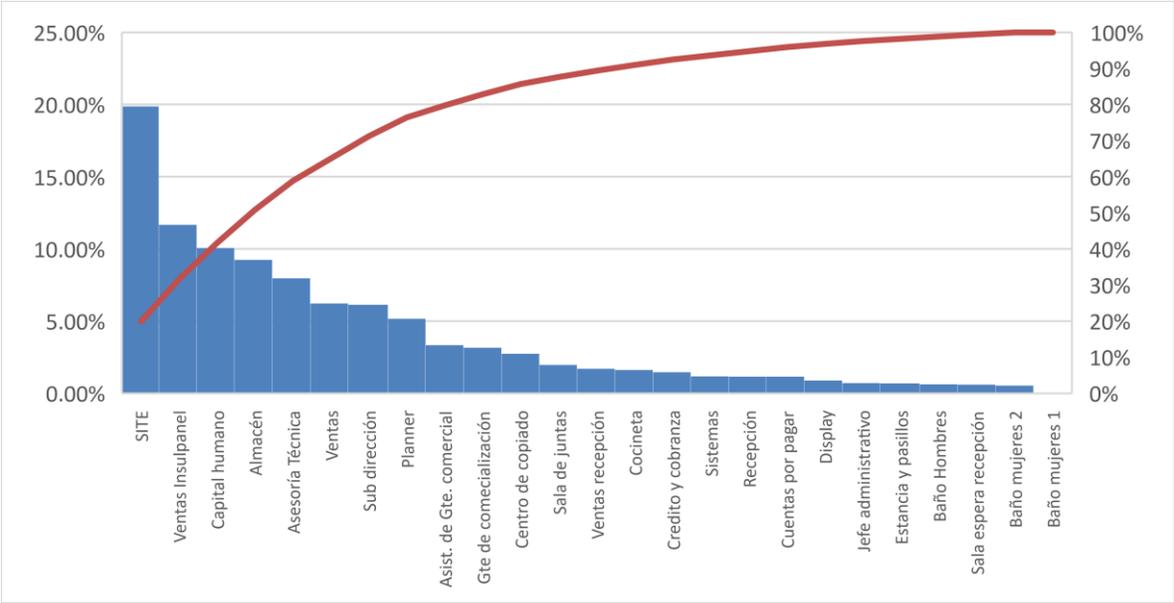


Figura 4. Porcentaje de consumo eléctrico por área en un día típico de verano

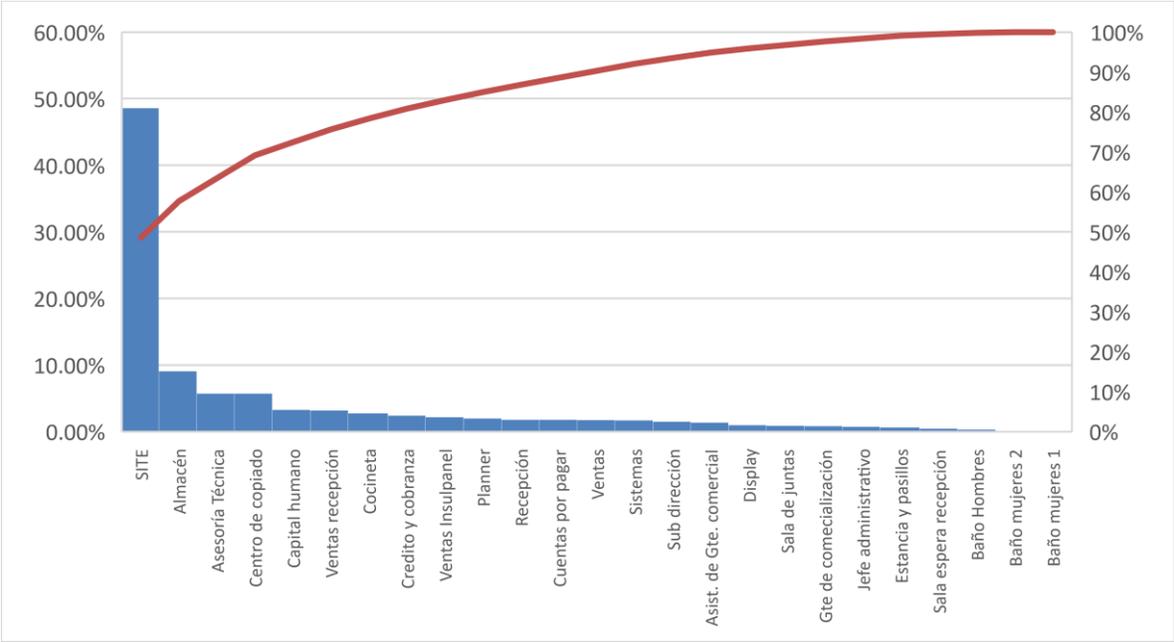


Figura 5. Porcentaje de consumo eléctrico por área en un día típico de invierno

En cuanto a los consumos eléctricos por tipo de aplicación se puede apreciar en la Figura 6 que en verano los equipos de aire acondicionado tienen una participación del 72% del total consumido, mientras que, en invierno, al no haber necesidad del uso de aparatos de refrigeración, los equipos de oficina (computadoras, monitores e impresoras) son los que más consumen, 60% del total de la energía facturada (Figura 7).

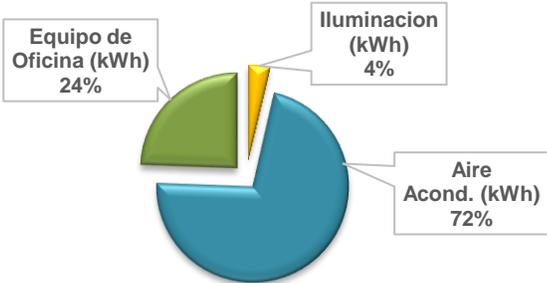


Figura 6. Consumo energético por aplicación día típico de verano

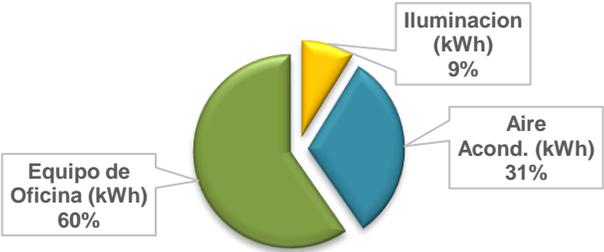


Figura 7. Consumo energético por aplicación día típico de invierno

6.3.2. Análisis de la estructura

Inspección

A continuación, se presentan las imágenes correspondientes a las áreas de oportunidad encontradas en la estructura de la edificación tomadas por dentro y por fuera de las oficinas administrativas. Las primeras imágenes se tomaron con una cámara termográfica (Flir E5), equipo que sirve, entre otras cosas, para localizar fugas de calor en edificaciones. Las imágenes restantes se tomaron con una cámara fotográfica genérica y son de carácter demostrativo, es decir que cumplen la función de evidenciar y ubicar los hallazgos.

En la Figura 8 se puede apreciar cómo el calor (color blanco-amarillo) logra pasar a través del techo incrementando la temperatura interior de las oficinas provocando un sobreconsumo eléctrico de los aires acondicionados. Esta situación se produce debido a un sistema de iluminación que ya no está en uso, pero no ha sido desinstalado

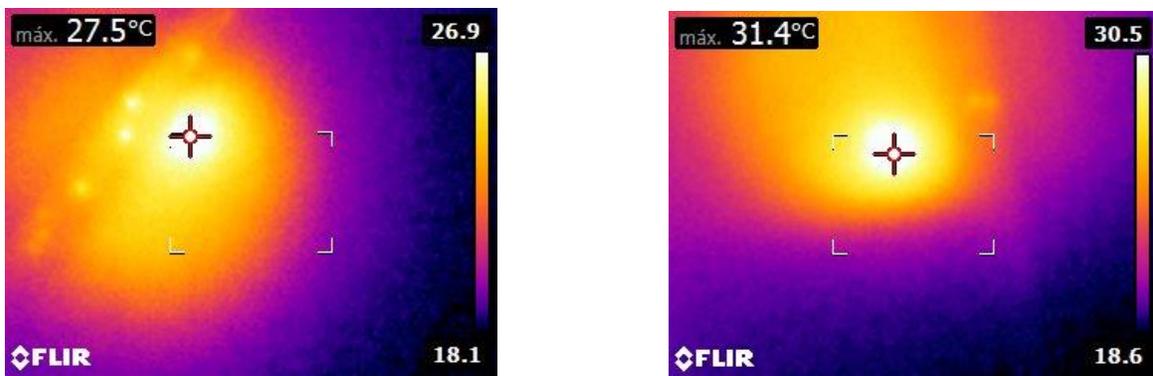


Figura 8. Termografías del interior del edificio por debajo de los domos SOLATUBE.

En la Figura 9, se puede observar una mancha de humedad (color morado-negro) ubicada en el techo de las oficinas del almacén. Esta mancha se originó por una fuga de agua en una tubería que pasa dentro del techo. Cabe señalar que la fuga se había reparado unas semanas antes de realizar el recorrido, pero en las termografías se puede ver humedad persistente, lo que indica que la fuga no fue reparada correctamente o que una nueva se generó.

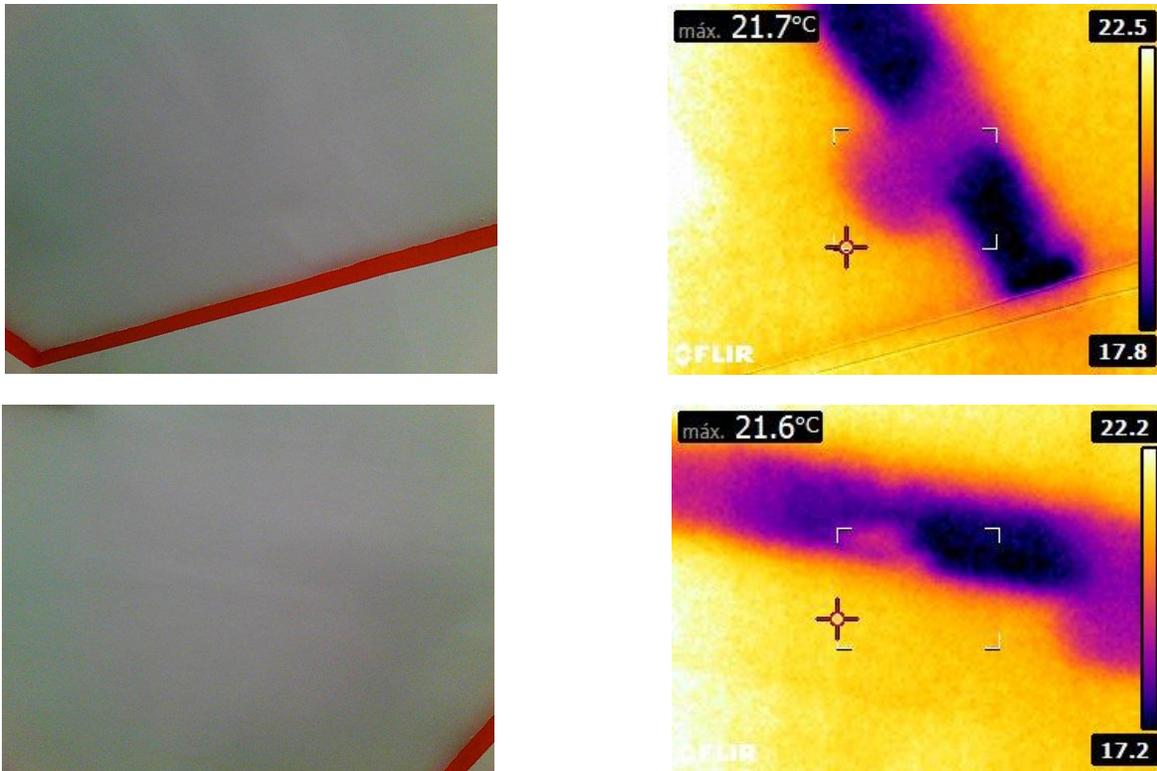


Figura 9. Termografía del techo de las oficinas de almacén.

A espaldas de la recepción se encuentra una pared con una extensión de humedad considerable, como se puede apreciar en la Figura 10. El personal del área comenta que en repetidas ocasiones se ha reparado la pared, sin embargo, la humedad vuelve a aparecer con el tiempo, normalmente después de la época de lluvias. Esta pared es la parte interior del muro de la fachada, por lo que está expuesta a las condiciones climáticas durante todo el año.



Figura 10. Humedad presente en la pared de recepción.

En la Figura 11 se puede ver una serie de cajas eléctricas que se encontraron destapadas a la intemperie, ubicadas en el techo del edificio. A través de estas cajas pasan los cables eléctricos que alimentan a las oficinas administrativas y bajo esas condiciones se acelera su deterioro y puede generar altos costos de reparación. El personal de planta comenta que normalmente después de realizarse trabajos de mantenimiento por parte de contratistas; éstos dejan destapadas las cajas.



Figura 11. Cajas eléctricas destapadas.

También se pudo apreciar que, en su mayoría, las tuberías eléctricas de PVC se encontraban rotas dejando expuestos los cables a las condiciones climáticas (Figura 12). En el caso de las tuberías metálicas se observó que algunas no se encontraban conectadas a la caja eléctrica, por lo que en algunas partes los cables soportaban el peso del tubo.

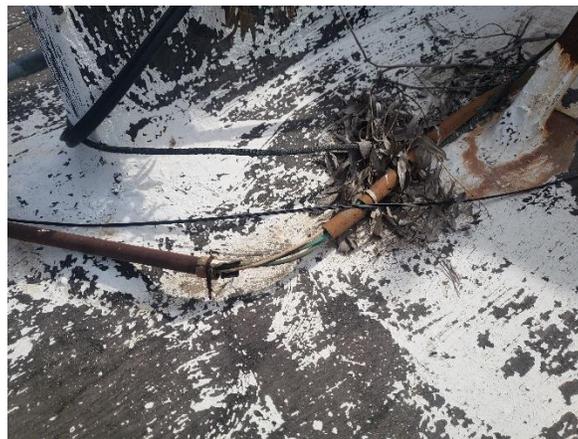


Figura 12. Mangueras eléctricas rotas.

Asimismo, se observa sobre el techo un poste de una lámpara exterior (Figura 13), el cual se rompió al ras de la base algunos meses atrás, según comenta el personal de planta. Sin embargo, la permanencia de la lámpara sobre el techo contribuye al deterioro de éste.



Figura 13. Poste de luminaria roto.

En la Figura 14 se puede apreciar el avanzado deterioro del techo; lo que se ve en color blanco son restos de impermeabilizante, el cuál básicamente es inexistente. También se observa una perforación de aproximadamente 6 cm de diámetro y 5 cm de profundidad, la cuál sigue siendo erosionada por el viento y las lluvias dejando expuesto el techo a filtraciones de agua.



Figura 14. Socavación en el techo del edificio.

Otra condición recurrente observada en el recorrido es la permanencia en el techo de partes de equipos en desuso. Como se aprecia en la Figura 15, se encuentran todavía instalados los ductos de las refrigeraciones centrales que dejaron de usarse hace tiempo.



Figura 15. Ductos de refrigeración central.

En la Figura 16 se puede observar el domo del SOLATUBE, el cual se encuentra en desuso en la actualidad, sin embargo, sigue instalado en el techo del edificio. Este es uno de los puntos de entrada de calor directo más grande que se tienen, lo cual se puede corroborar en la Figura 8 con la imagen termográfica que se realizó desde el interior del edificio por debajo de este equipo.



Figura 16. Domo SOLATUBE en desuso instalados en el techo del edificio.

Jerarquización de los hallazgos en infraestructura

Una vez terminados los recorridos por las instalaciones, se procedió a jerarquizar en una matriz las áreas de oportunidad identificadas. Lo anterior con el fin de conocer cuáles son las de mayor impacto y urgencia para orientar al área administrativa a tomar mejores decisiones al momento de iniciar las correcciones. Cabe señalar que la matriz de jerarquización es una guía que no pretende limitar o imponer un orden secuencial en las reparaciones, simplemente permite ver de una forma numérica el daño potencial de cada uno de los hallazgos. A continuación, se explica el método utilizado en la jerarquización:

Se definieron tres factores para evaluar cada uno de los hallazgos: la dimensión del daño, el impacto potencial y la posibilidad de ocurrencia. En la dimensión del daño se consideró la extensión que éste presentaba al momento de la inspección, clasificándolo en tres niveles diferentes: bajo, medio y alto (Tabla 7). Para el nivel bajo se consideraron los hallazgos con extensión menor a 10 cm, para el nivel medio los que se encuentran entre 10.1 cm y 20 cm y para el nivel alto los mayores a 20 cm.

El segundo factor fue el impacto potencial de los hallazgos, en otras palabras, en caso de no corregir la condición encontrada, cuánto más se pudiera extender el daño y afectar áreas contiguas. Los niveles de clasificación también fueron bajo, medio y alto, en donde bajo fue para daño localizado sin posibilidad de extenderse, medio para daño localizado con potencial de extenderse y por último alto para daño con extensión a otras áreas.

El tercer y último de los factores fue la posibilidad de ocurrencia; tomando en cuenta la localización y las condiciones en las que se encontraron los hallazgos, se determinó la posibilidad que había de que éstos se extendieran. La clasificación vuelve a ser bajo, medio y alto, en donde bajo es baja o nula posibilidad de que el daño se extienda, medio para una posibilidad media de extensión del daño y alto cuando es altamente factible la extensión del daño.

Tabla 7. Factores de evaluación

	Bajo	Medio	Alto
Valor	1	3	5
Dimensión	Pequeña Menor a 10 cm	Mediana 10.1 cm a 20 cm	Grande Mayor a 20 cm
Impacto	Daño localizado	Daño localizado con potencial de extensión	Daño extendido a otras áreas
Ocurrencia	Baja o nula posibilidad de ocurrencia	Posibilidad media de ocurrencia	Alta posibilidad de ocurrencia

Fuente: Elaboración propia

Una vez evaluados cada uno de los hallazgos en sus tres factores, se les asignó un valor específico. A los de nivel bajo se les asignó un valor de 1, a los de nivel medio un valor de 3 y a los de nivel alto un valor de 5. Estos valores se sumaron como se aprecia en la Tabla 8 y la tabla 9, para obtener el total y poder priorizarlos. Para determinar con los totales obtenidos en qué hallazgos se presenta una prioridad mayor de corrección, se utilizó el siguiente criterio: para valores obtenidos en el rango de 1 a 5 la prioridad es baja, (identificados con la letra C) para valores entre 6 y 10 la prioridad es media, (identificados con la letra B) y valores superiores a 11 la prioridad es alta (identificados con la letra A).

Tabla 8. Jerarquización de los hallazgos de iluminación y equipos

	Hallazgos	Riesgo	D	I	O	T	P
1	Equipos de refrigeración sin uso. Ubicación: -Techo del edificio.	Acumulación de tierra y humedad, hábitat para fauna nociva, filtraciones de humedad.	3	1	3	7	M
2	Lámpara de iluminación tirada. Ubicación: -Techo del edificio.	Acumulación de polvo, humedad, hábitat de fauna nociva.	5	1	1	7	M
3	Pararrayos tirado. Ubicación: -Techo del edificio	Sistema de pararrayos no efectivo.	3	3	3	9	M
4	Lámpara fundida. Ubicación: -Oficina sala de juntas.	Iluminación inadecuada.	3	1	5	9	M
5	Lámpara con ángulo de iluminación incorrecto. Ubicación: -Oficina de crédito y cobranza.	Fatiga visual, luz directa al rostro del usuario	3	1	5	9	M
D= Dimensión, I= Impacto, O= Ocurrencia, T= Total, P=Prioridad A=Prioridad Alta, M=Prioridad Media, B=Prioridad Baja							

Fuente: Elaboración propia

Para un mejor manejo de los resultados, se separaron los hallazgos en dos grupos, infraestructura, e iluminación y equipo. En la Tabla 9 se puede observar que, de las 17 observaciones realizadas de infraestructura, 4 son de prioridad alta, 10 de prioridad media y 3 de prioridad baja. Del mismo modo se puede ver en la Tabla 8 que las 5 observaciones de iluminación y equipo resultaron de prioridad media.

Tabla 9. Jerarquización de los hallazgos de infraestructura

	Hallazgos	Riesgo	D	I	O	T	P
1	Pedacera de ductos de aire acondicionado de trabajos de mantenimiento anteriores. Ubicación: -Techo del edificio.	Daño al impermeabilizante del techo, acumulación de tierra y humedad, hábitat para fauna nociva.	3	3	1	7	M
2	Ductos instalados sin uso. Ubicación: -Techo del edificio.	Acumulación de tierra y humedad, hábitat para fauna nociva, filtraciones de calor al interior del edificio, filtraciones de humedad.	3	1	3	7	M
3	Impermeabilizante deteriorado al punto de no proveer protección. Ubicación: -Techo del edificio	Filtración de agua, acumulación de tierra.	1	5	5	9	M
4	Empalme eléctrico a la intemperie. Ubicación: -Techo del edificio	Corto circuito en el empalme.	1	1	3	5	B
5	Tubería eléctrica suelta. Ubicación: -Techo del edificio	Acumulación de humedad, hábitat para fauna nociva, daño de la cubierta de plástico del cableado eléctrico.	3	3	1	7	M
6	Agujero en sobre techo. Ubicación: -Techo del edificio	Acumulación de humedad, filtración de agua, crecimiento del orificio.	1	5	5	11	A
7	Cajas registro de 4 X 4 sin tapadera. Ubicación: -Techo del edificio	Acumulación de humedad, daño a recubrimiento plástico del cableado, hábitat para fauna nociva.	3	3	1	7	M
8	Manguera eléctrica rota. Ubicación: -Techo del edificio	Acumulación de humedad, daño a recubrimiento plástico del cableado, hábitat para fauna nociva.	3	3	3	9	M
9	Centros de carga de entrada a la planta con yerba alrededor y tapas dañadas o mal cerradas. Ubicación: -Exterior de las oficinas	Acumulación de polvo, humedad, hábitat para fauna nociva, daño a las conexiones del cableado.	3	3	1	7	M
10	Infiltración de agua en pared exterior de entrada principal. Ubicación: -Exterior de las oficinas	Formación de salitre, daño al recubrimiento por infiltración de agua.	5	5	3	13	A
11	Ventanas lado sur reciben la luz solar todo el día. Ubicación: -Oficinas de ventas insupanel y gerencia.	Pérdidas de calor por falta de protección.	5	1	1	7	M
12	Manguera rota del dren de minisplit. Ubicación: -Fachada de las oficinas	Humedad en muro exterior, acumulación de polvo.	1	3	5	9	M
13	Hoyo en muro superior de la fachada principal. Ubicación: -Fachada de las oficinas	Acumulación de polvo, humedad, hábitat de fauna nociva.	1	1	3	5	A
14	Grietas en enjarre. Ubicación: -Fachada de las oficinas	Acumulación de humedad, expansión de daño en enjarre.	3	3	1	7	M
15	Grieta en pared. Ubicación: -Oficina de jefe administrativo	Extensión de la grieta por la pared.	1	3	1	5	B
16	Humedad en pared. Ubicación: -Oficina de ventas	Deterioro del muro con humedad, extensión de la humedad a otros muros, posible crecimiento de hongos.	5	5	3	13	A
17	Humedad en muro. Ubicación: -Oficina de recepción	Deterioro del muro con humedad, extensión de la humedad a otros muros, posible crecimiento de hongos.	5	5	5	15	A

D= Dimensión, I= Impacto, O= Ocurrencia, T= Total, P=Prioridad
A=Prioridad Alta, M=Prioridad Media, B=Prioridad Baja

Fuente: Elaboración propia

6.3.3 Evaluación de la eficiencia energética

Para calificar y comparar el desempeño energético de las oficinas administrativas de planta FANOSA con otros del mismo tipo a nivel nacional e internacional, se utilizaron tres programas diferentes: Building Efficiency Targeting Tool for Energy Retrofits (BETTER), herramienta de calificación del desempeño energético de edificios para el uso de oficinas y bancos (HCDEOB) y la herramienta de cálculo NOM-008-ENER-2001. La evaluación con los diferentes tipos de programas busca comparar los desempeños energéticos con diferentes algoritmos de evaluación y en diferentes bases de datos. Lo que permite tener un panorama más amplio para determinar el desempeño energético del edificio.

1) BETTER

El programa BETTER es una herramienta de acceso público basada en datos que requiere insumos mínimos y un tiempo de ejecución corto para comparar edificios similares, cuantificar el ahorro de energía y costos, así como recomendar mejoras de eficiencia energética. Para el uso de este programa se requiere descargar una base de datos en formato Excel que se encuentra disponible en su página web. Los datos que necesitan ser ingresados para los cálculos son los siguientes: nombre del edificio, ubicación, área construida en metros cuadrados, tipo de edificación, consumos energéticos, costos de los consumos energéticos y periodos de facturación.

Para el caso particular de este estudio se ingresaron los siguientes datos: Oficinas FANOSA, ubicación en Hermosillo, México con un área de construcción de 478 m², siendo la edificación utilizada como oficinas administrativas. Los consumos eléctricos mensuales (Tabla 10) utilizados en el programa se obtuvieron de la estimación mensual del inventario de equipos, las horas de uso y los días laborados por cada mes del año 2019. En el caso de las temperaturas ingresadas, los datos se obtuvieron de la página web *Weather Atlas* (<https://www.weather-mx.com/es/mexico/hermosillo-clima#temperature>), utilizando las temperaturas promedio mensuales del año 2019 para la ciudad de Hermosillo, Sonora, México.

Tabla 10. Datos de consumo eléctrico y temperatura utilizados en el programa BETTER

	Periodo de facturación		Consumo eléctrico mensual (kWh)	Temperatura ambiente promedio (°C)
Enero	1/1/2019	1/31/2019	3 343.85	23.70
Febrero	2/1/2019	2/28/2019	2 887.87	25.70
Marzo	3/1/2019	3/31/2019	3 039.86	28.00
Abril	4/1/2019	4/30/2019	3 039.86	31.80
Mayo	5/1/2019	5/31/2019	8 174.00	35.30
Junio	6/1/2019	6/30/2019	7 431.00	39.50
Julio	7/1/2019	7/31/2019	8 546.00	39.00
Agosto	8/1/2019	8/31/2019	8 174.00	37.80
Septiembre	9/1/2019	9/30/2019	7 431.00	37.20
Octubre	10/1/2019	10/31/2019	3 495.84	33.60
Noviembre	11/1/2019	11/30/2019	3 039.86	28.00
Diciembre	12/1/2019	12/31/2019	3 191.85	23.80

Fuente: Elaboración propia

Buscando tener una comparativa de resultados más amplia se decidió realizar diferentes corridas variando el parámetro de objetivo del estudio. Se utilizó en cada corrida una de las tres opciones que se pueden seleccionar, conservador, nominal y agresiva (Tabla 11). La diferencia de cada una de estas opciones es el grado de mejora energética que se pudiera alcanzar en el inmueble. En la opción conservadora se presentan los ahorros potenciales por debajo de la media de los edificios analizados, en la opción nominal se presentan los ahorros potenciales de la media de los edificios analizados y en la opción agresiva se presentan los ahorros potenciales por encima de la media de los edificios analizados.

Tabla 11. Resultados de las corridas con el programa BETTER

	Conservador	Nominal	Agresivo
Ahorro potencial en costos (MXN / \$)	1,488	1,991	2,243
Porcentaje de ahorro	22%	29%	33%
Ahorros potenciales energéticos (kWh)	13,506	18,079	20,365
Reducción de emisiones de GEI (MTCO ₂ e)	5.9	7.9	8.9
Porcentaje de reducción de GEI	21.90%	29.30%	33.00%
Reducción de la intensidad en GEI (MTCO ₂ e/m ²)	0.01	0.02	0.02

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados obtenidos que conforme se cambia el objetivo de estudio, de conservador a agresivo, se reducen los consumos energéticos en mayor cantidad, lo que da como resultado una disminución en los costos. Aunado a esto se presenta una disminución de los gases de efecto invernadero (GEI), así como una

reducción de la intensidad de GEI por metro cuadrado de construcción. En las tres simulaciones el programa generó la misma recomendación, hacer una revisión del sistema de refrigeración ya que en la comparativa con otras edificaciones similares se podía observar un mayor consumo eléctrico (Anexo 2, Anexo 3 y Anexo 4).

2) Herramienta de calificación del desempeño energético de edificios para el uso de oficinas y bancos (HCDEOB).

Esta herramienta sirve para calificar y comparar el desempeño energético de edificios, para usos de oficinas y bancos, con otros de características similares a nivel nacional. Para el análisis el programa utiliza un modelo estadístico que analiza el impacto de diversas variables sobre el consumo de energía por superficie de construcción. La información requerida para poder realizar los cálculos es: ubicación del inmueble, superficie construida, capacidad de los equipos de aire acondicionado, consumo eléctrico anual, número de ocupantes, número de equipos de cómputo, días y horas de operación.

Los datos utilizados en el programa se pueden apreciar en la Tabla 12. Cabe mencionar que, de estos datos, la zona térmica, la zona climática, los grados día calefacción y los grados día refrigeración son generados automáticamente por el programa al seleccionar la ubicación del inmueble. Una particularidad de este programa es que no permite el uso de cifras decimales, por lo que los valores ingresados de área construida y consumo de energía se redondearon.

Tabla 12. Datos utilizados en el programa HCDEOB

Entidad:	Sonora		
Municipio:	Hermosillo		
Localidad:	Hermosillo		
Zona térmica:	2	Zona Climática:	Cálido Seco
Grados Día Calefacción (anual HDD65):	1479	Grados Día Refrigeración (anual CDD65):	4615
Clasificación:	Oficinas	Tarifa eléctrica:	HM
Nombre del inmueble:	Oficinas FANOSA	No. de edificios dentro del inmueble:	1
Tiempo operación (h/día):	9	Días de operación por semana:	5
Inmueble con Aire Acondicionado (AA):	SI	Capacidad AA (TR):	20
Número de personas:	29	Número de computadoras:	29
Área construida (m2):	478	Consumo de energía (kWh/año):	61795

La calificación de desempeño energético calculada por el programa ofrece una visión integral del desempeño energético del edificio, estos valores pueden ir de 1 a 100 puntos, siendo 1 la calificación menos eficiente y 100 la calificación de excelencia. Otros criterios importantes por tomar en cuenta sobre las puntuaciones obtenidas son; por un

lado, si la calificación obtenida es menor de 50 puntos, el inmueble tiene un desempeño inferior a la media de los inmuebles analizados. Por otro lado, si la calificación obtenida es mayor a 50 puntos el inmueble tiene un desempeño superior a la media en relación con los inmuebles analizados. Para que el inmueble se considere energéticamente eficiente la calificación que debe obtenerse tiene que ser igual o mayor a 75 puntos.

Los resultados obtenidos se pueden ver en la Tabla 13, de manera general se presentan los porcentajes de ahorro potenciales de diferentes categorías. Para aires acondicionados se obtuvo un 2.90 % de ahorro potencial y para iluminación 16.30 %, siendo estos los resultados más significativos del análisis. La calificación alcanzada de desempeño energético fue de 39 puntos, la Figura 17 muestra el resultado generado por el programa.

Tabla 13. Resultados del programa HCDEOB

Resultados de desempeño energético de su inmueble			
Índice: (kWh/m2-año) real / (kWh/m2-año) pronosticado: 1.03			
ICEE (kWh/m2-año): 129.28			
Emisión de GEI (t CO2/año): 41.22			
NOTA: El Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE en kWh/m2-año) del inmueble ingresado es comparado con inmuebles del mismo tipo, usando el procedimiento Conuee-INECC@ y empleando una escala de calificaciones de 0 a 100 puntos.			
Potenciales de ahorro de energía promedio identificados en diagnósticos energéticos realizados en inmuebles del mismo tipo *			
Clasificación	Oficinas	Región APF	CENTRO
Aire Acondicionado (AA)	SI	AE (%) Motores	0.30%
AE (%) AA	2.90%	AE (%) Ilum	16.30%
AE (%) Otros	3.50%	Ahorro Total (%)	22.90%
TSR (años)	3.7	\$/kWh ahorrado-año	4.8
NOTAS: @ Se refiere al modelo estadístico desarrollado en conjunto CONUE E, INE, GIZ y GOPA, que sigue los procedimientos de Energy Star® para comparar el inmueble ingresado con los inmuebles del mismo tipo			
AE= Ahorro de Energía			
Otros = Ahorro de energía por sección de circuitos, campañas de ahorro, etc.			
* Valores indicativos: Si desea conocer las medidas de ahorro de energía en su inmueble y los potenciales de ahorro con precisión, recomendamos solicitar asesoría técnica con el personal de la CONUEE.			

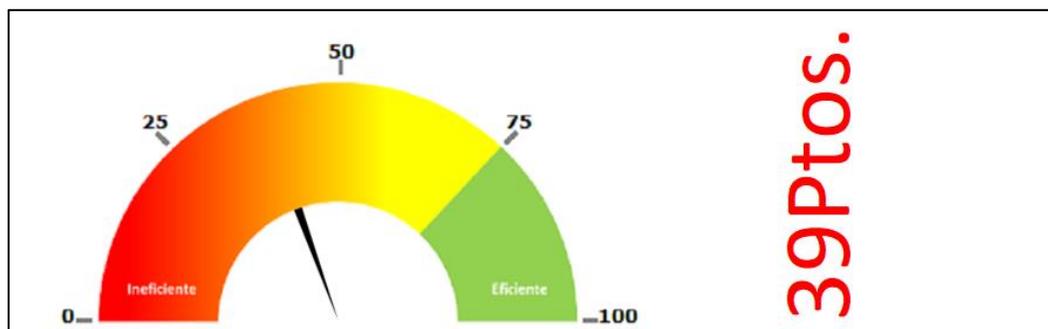


Figura 17. Resultados del programa HCDEOB

3) Herramienta de cálculo NOM-008-ENER-2001, Eficiencia Energética en Edificaciones, Envolverte de Edificios no Residenciales

La norma NOM-008-ENER-2001 busca disminuir las ganancias de calor a través de la envolvente de la construcción y poder reducir los consumos eléctricos de los equipos de refrigeración. El objetivo de esta herramienta es asistir en el proceso de aplicación de la norma para el diseño de la envolvente de las edificaciones de uso no residencial y ayudar a tomar decisiones para reducir las ganancias de calor al interior del edificio. La envolvente de un edificio es un factor muy importante porque determina la cantidad de energía necesaria para mantener confortable la temperatura interior del inmueble.

Esta herramienta proporciona los cálculos de transferencia de calor por conducción y radiación del edificio de referencia y el proyectado, además de indicar si el inmueble cumple con la norma o no y en qué porcentaje. Este programa realiza un cálculo comparativo de las ganancias de calor entre el edificio de referencia y el edificio proyectado. El edificio de referencia utiliza los componentes como están definidos en la Norma (techo 95%, traga luz y domo 5%, muro 60% y ventanas 40%).

Uno de los datos que se necesita para el uso de este programa es el área de los muros externos del inmueble, así como la identificación de su orientación respecto a los puntos cardinales. Para la estimación de estas áreas se tomaron medidas, con un flexómetro, de la longitud y de la altura de todos los muros con orientación norte, sur, este y oeste, y se calcularon las áreas correspondientes multiplicando la longitud por la altura. El cálculo de las áreas totales de los muros se realizó sumando todas las áreas que tenían la misma orientación cardinal. Posteriormente se estimaron las áreas de puertas y ventanas bajo los mismos criterios utilizados para la obtención de las áreas de los muros (Tabla 14).

Utilizando los datos de la Tabla 14 y los materiales de construcción del inmueble se procedió a realizar la corrida con el programa. Cabe señalar que la empresa no disponía con la información detallada de los materiales de construcción de las oficinas administrativas y el personal de planta tampoco conocía esta información, ya que el inmueble es más antiguo que todos los que laboran actualmente en él. Debido a esta situación, se procedió a estimar los materiales de construcción de los muros y del techo del edificio con base en los recorridos realizados en compañía del personal de mantenimiento de la planta (Tabla 15).

Tabla 14. Áreas de muros, puertas y ventanas

Cantidad	Ubicación	Área (m ²)	Cantidad	Ubicación	Área (m ²)
1	Muro Norte	144.4466	1	Muro sur	163.6538
2	ventanas	0.969	2	Ventanas	1.1856
2	ventanas	0.72	4	Puerta	2.0176
4	ventanas	0.736	1	Ventanas	1.617
2	ventanas	0.779	1	Ventanas	1.534
1	Puerta de vidrio	5.1	1	Ventanas	0.81
2	ventanas	0.7626	3	Ventanas	1.776
2	ventanas	1.5252	1	Ventanas	1.86
1	ventanas	0.3431			
Cantidad	Ubicación	Área (m ²)	Cantidad	Ubicación	Área (m ²)
1	Muro oeste	53.7862	1	Muro este	60.4
1	Ventana	0.594	2	Ventanas	1.8172
1	Puerta	2.2116	1	Ventanas	2.773

Fuente: Elaboración propia

En los resultados generados por el programa (Figura 18) se obtuvo una calificación de 58.7 % de cumplimiento con respecto a la norma, este resultado representa el estado actual del edificio. En el Anexo 6 se encuentra la información completa de la corrida.

Tabla 15. Materiales de construcción considerados

	Materiales considerados como actuales
Techo	Vigueta y bovedilla de concreto K = 0.65
Muros	Block de concreto de 15 cm + 5 cm de EPS K = 0.56
Ventana	Vidrio 3 mm K = 4.92
Puerta	Puerta principal K = 4.31
Puerta	Puerta blanda K = 2.10
Puerta	Puerta de acero rellena de PUR K = 0.50
Cumplimiento de la Norma	Sí, con 58.7% más de eficiencia que el edificio de referencia

Fuente: Elaboración propia



Figura 18. Resultados Corrida 1

6.3.4 Análisis Causa-Raíz

Las causas probables de las ineficiencias en la administración de la energía eléctrica se analizan en la Figura 19 y Figura 20 mediante el uso de la herramienta “Diagrama de Ishikawa”.

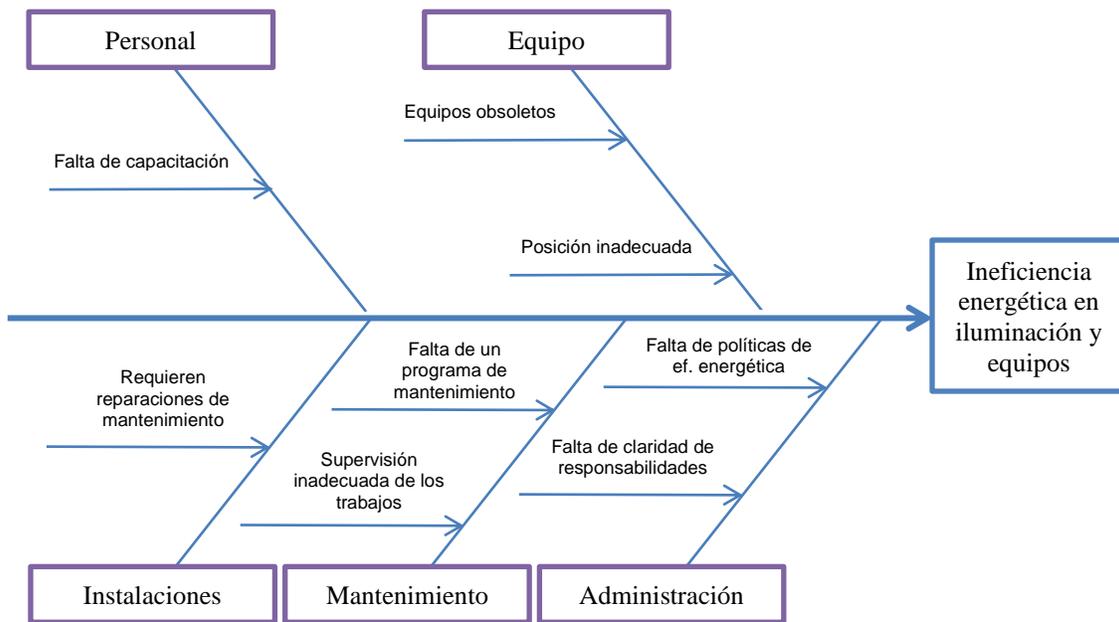


Figura 19 Diagrama de causas de ineficiencias en el uso de energía para luminarias y equipo

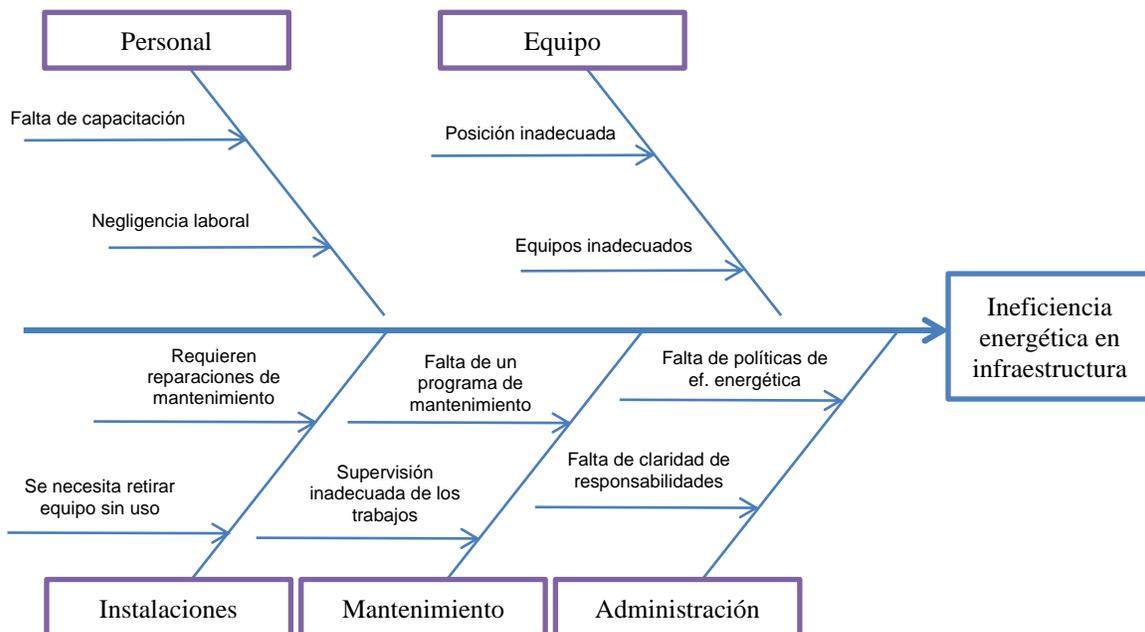


Figura 20 Diagrama de causas de uso deficiente de energía en infraestructura

6.3.5 Generación de Opciones

Para dar solución a las áreas de oportunidad encontradas en las oficinas administrativas, se propusieron una serie de opciones para su corrección. Esta información se muestra a continuación en la Tabla 16 y Tabla 17.

Tabla 16. Opciones para corrección de los hallazgos en iluminación y equipo

	Hallazgos	Riesgo	Opciones
1	Equipos de refrigeración sin uso.	Acumulación de tierra y humedad, hábitat para fauna nociva, filtraciones de humedad.	Retirar equipos en desuso y disponer de ellos de forma correcta.
2	Lámpara de iluminación tirada en el techo.	Acumulación de polvo, humedad, hábitat de fauna nociva.	Reparar o retirar la lámpara y sellar el orificio del tubo remanente en el techo.
3	Pararrayos tirado en el techo.	Sistema de pararrayos no efectivo.	Colocar pararrayos en posición correcta y asegurar que este no se caiga nuevamente.
4	Lámpara fundida en sala de juntas.	Iluminación inadecuada.	Reemplazar lámpara dañada.
5	Lámpara con ángulo de iluminación incorrecto, en la oficina de crédito y cobranza.	Fatiga visual, posible daño de la vista a mediano plazo.	Usar el portalámparas que se encuentra por encima del escritorio y deshabilitar el que se encuentra en uso actualmente.

Fuente: Elaboración propia

Los hallazgos que compartían el mismo tipo de opciones para solucionarlos se agruparon para un mejor manejo de la información. Inicialmente se tenían 17 hallazgos en infraestructura, que se redujeron a 13 como se observa en la Tabla 17.

Tabla 17. Opciones para corrección de los hallazgos en infraestructura

	Hallazgos	Riesgo	Opciones
1	Pedacería de ductos de aire acondicionado de trabajos de mantenimiento anteriores.	Daño al impermeabilizante del techo, acumulación de tierra y humedad, hábitat para fauna nociva.	Remover pedacería de ductos del techo.
2	Ductos instalados sin uso.	Acumulación de tierra y humedad, hábitat para fauna nociva, filtraciones de calor al interior del edificio, filtraciones de humedad.	Desinstalar ductos sin uso y disponer correctamente de estos.
3	Impermeabilizante deteriorado al punto de no proveer protección al techo y socavación de 6 cm de diámetro y 5 cm de profundidad.	Filtración de agua, acumulación de tierra.	Reparar e impermeabilizar el techo.
4	Empalme eléctrico a la intemperie.	Corto circuito en el empalme.	Colocar cable eléctrico dentro de tubería.
5	Tubería eléctrica suelta.	Acumulación de humedad, hábitat para fauna nociva, daño de la cubierta de plástico del cableado eléctrico.	Fijar tuberías sueltas a las cajas eléctricas correspondientes.
6	Cajas registro de 4 X 4 sin tapa.	Acumulación de humedad, daño a recubrimiento plástico del cableado, hábitat para fauna nociva.	Colocar tapas a las cajas y sellarlos correctamente.
7	Manguera eléctrica rota.	Acumulación de humedad, daño a recubrimiento plástico del cableado, hábitat para fauna nociva.	Sustituir manguera eléctrica.
8	Centros de carga de entrada a la planta con yerba alrededor y tapas dañadas o mal cerradas.	Acumulación de polvo, humedad, hábitat para fauna nociva, daño a las conexiones del cableado.	Limpiar yerba alrededor del centro de carga y cerrar correctamente las tapas.
9	Infiltración de agua en pared exterior de entrada principal, humedad en muros de recepción y ventas.	Formación de salitre, daño al recubrimiento por infiltración de agua en muro interior y exterior.	Identificar punto de ingreso de agua a la pared y sellarla. Reparar daños ocasionados por la humedad.
10	Ventanas lado sur de oficinas de ventas insupanel y gerencia reciben la luz solar todo el día.	Pérdidas de calor por falta de protección.	Polarizar ventanas o colocar sobretecho para protección de la radiación solar.
11	Manguera del dren de minisplit rota.	Humedad en muro exterior, acumulación de polvo.	Reemplazar manguera dañada para conducir el agua al desagüe.
12	Hoyo en muro superior de la fachada principal.	Acumulación de polvo, humedad, hábitat de fauna nociva.	Reparar hoyo.
13	Grietas en enjarre de la fachada y oficina del jefe administrativo.	Extensión de la grieta por la pared.	Reparar grietas.

Fuente: Elaboración propia

Aunado a las opciones anteriores, se debe desarrollar un programa de mantenimiento que asegure las condiciones óptimas del edificio. Este programa debe contener los tres elementos clave del mantenimiento: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo. Un punto clave para darle solución a las áreas de oportunidad encontradas y que estas no se vuelvan a presentar, es el nombrar a una persona como encargada del programa de mantenimiento. El responsable asignado deberá darle seguimiento al programa y comprobar que se cumpla en tiempo y forma, también deberá revisar los trabajos que se realicen en el edificio para que la basura y materiales sobrantes sean retirados de forma correcta y se entreguen las áreas limpias y listas para usarse.

6.4 Etapa de Análisis de Costos

a) Reparaciones de equipo e infraestructura

Para la evaluación económica se solicitó cotización a una empresa constructora, la cual envió las estimaciones de los costos de reparación de cada uno de los hallazgos incluyendo los materiales necesarios para estas. Los costos mostrados en esta sección son de carácter estimativo, por lo que el costo real dependerá del contratista que realice las reparaciones, así como el costo de los materiales también será diferente dependiendo del proveedor al que se le compren. Queda en manos de la alta administración de la empresa definir a los contratistas y los proveedores que darán solución a los hallazgos. En la Tabla 18 y Tabla 19 se muestran, en pesos, las inversiones parciales y el monto total de las reparaciones enviados por la empresa constructora. La inversión aproximada para la reparación de los hallazgos de iluminación y equipo es de \$1,600 pesos. En este monto se incluyen la mano de obra y los costos de los materiales a utilizar.

Tabla 18. Inversión para la reparación de los hallazgos de iluminación y equipo

	Estructurales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
1	Retiro de equipo de aire acondicionado en desuso. Incluye desmontaje, transporte, almacenamiento y todo lo necesario para su correcta ejecución.	Pza	2	\$300.00	\$600.00
2	Retiro de lampara y reparación en techo. Incluye material, mano de obra y herramienta menor.	Pza	1	\$200.00	\$200.00
3	Recolocación de pararrayos. Incluye material, mano de obra, herramienta menor y todo lo necesario para su correcta ejecución.	Pza	1	\$100.00	\$100.00
4	Suministro de luminaria tipo tubo LED de 9w. Incluye material, mano de obra, herramienta menor y todo lo necesario para su correcta ejecución.	Pza	1	\$200.00	\$200.00
5	Reubicación de lampara en oficina. Incluye materiales, fijación, conectores "wire-nut", cable "THW-LS" cal 12, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.	Pza	1	\$500.00	\$500.00
					\$1,600.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Inversión para la reparación de los hallazgos de infraestructura

	Acabados	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
1	Retiro de pedacería de ductos en azotea. Incluye acarreos, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	Lote	1	\$500.00	\$500.00
2	Desinstalación, cancelación y retiro de ductos sin utilizar. Incluye acarreos, mano de obra, herramienta menor y todo lo necesario para su correcta ejecución.	Lote	2	\$350.00	\$700.00
3	Impermeabilización a base de elastomérico, garantía de 7 años, en losa de edificio. Incluye reparaciones menores, limpieza de superficie, aplicación de primer-sello, capa de malla de refuerzo y dos manos de impermeabilizante.	m ²	478	\$120.00	\$57,360.00
4	Recableado eléctrico con cable "THW-LS" cal 12, arreglo 2-8F+1-10N+1-12T. Incluye materiales, mano de obra, herramienta menor y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m	60	\$60.00	\$3,600.00
5	Fijación de tubería a caja registro correspondiente. Incluye materiales, mano de obra, herramienta menor y todo lo necesario para su correcta ejecución.	Pza	40	\$20.00	\$800.00
6	Suministro y colocación de tapa ciega en registro eléctrico. Incluye materiales, mano de obra, herramienta menor y todo lo necesario para su correcta ejecución.	Pza	20	\$20.00	\$400.00
7	Colocación de manguera eléctrica poliducto de 1". Incluye retiro de manguera existente, materiales, mano de obra, herramienta menor y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m	60	\$15.00	\$900.00
8	Limpieza general.	m ²	478	\$10.00	\$4,780.00
9	Demolición de acabado en muros dañados por humedad. Incluye mano de obra, herramienta menor, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m ²	7.5	\$15.00	\$112.50
10	Aplanado en muros y techos a base de mortero cemento-arena de 1.5 cm de espesor, acabado planeado. Incluye materiales, mano de obra, herramienta menor y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m ²	12.5	\$150.00	\$1,875.00
11	Suministro y colocación de película polarizada tono ahumado en cristales de ventanas. Incluye retiro de película existente, materiales, cortes, desperdicios, mano de obra, herramienta menor y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m ²	3.6	\$430.00	\$1,548.00
					\$72,575.50

Fuente: Elaboración propia

El costo total de las reparaciones de infraestructura es de \$72,575.50 pesos. Aquí se aprecia un incremento considerable en la inversión ya que se requiere impermeabilizar

todo el techo de las oficinas administrativas, esto implica retirar los restos del impermeabilizante anterior, quitar la basura y escombros del techo y volver a impermeabilizar. Los hallazgos 9 y 12 de la Tabla 17 se incluyeron en el costo de aplanado de muros ya que al ser de menor tamaño el contratista las consideró dentro de los trabajos de aplanado (punto 10 en la tabla 19).

b) Cambios estructurales

En la Tabla 20 se presentan propuestas de cambios estructurales, que, a diferencia de las reparaciones propuestas anteriormente, estos cambios contribuirán a incrementar la eficiencia energética de la edificación de forma intrínseca. Para incrementar la resistencia térmica del techo se propone aplicar poliuretano espreado de 1.5 pulgadas de espesor. Para el área total de construcción, el proveedor cotizó \$270.00 pesos por cada metro cuadrado. La recomendación para muros exteriores es la aplicación de poliestireno extruido, conocido como FOAMULAR. Este viene en placas de 1.22 m X 2.44 m con un costo por placa de \$450.00 pesos. En este caso se calculó que se necesitan 141.7 placas para cubrir toda la fachada exterior, aclarando que esta cantidad puede variar dependiendo del desperdicio que se genere en su aplicación.

En el caso de puertas y ventanas las opciones son las siguientes. Para las puertas se recomiendan las puertas de acero rellenas de poliuretano rígido (PUR). De las 5 puertas existentes solo 4 se deberían reemplazar ya que una de ellas ya es de este material. El costo aproximado por cada puerta es de \$10,800 pesos, pero se deben verificar las medidas por parte del proveedor para realizar una cotización formal. Las ventanas se recomienda sustituirlas en su totalidad ya que ninguna proporciona una buena resistencia térmica. Un sustituto para estas serían las ventanas de doble vidrio de 4 mm de espesor con 16 mm de espacio entre vidrios relleno de argón. El costo promedio de estas ventanas es de \$5,500 aproximadamente. De la misma manera que con las puertas, el proveedor debe ir físicamente a medir las ventanas para poder generar una cotización formal.

Tabla 20 Inversión para la implementación de los cambios en infraestructura

	Acabados	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
1	Poliuretano Techo	m ²	478	\$270.00	\$129,060.00
2	Foamular 1 Pulgada 1.22 X 2.44 M	pza	141.7	\$450.00	\$63,765.00
3	Vidrio Doble 4-16-4 Claro argón	pza	28	\$5,500.00	\$154,000.00
4	Puerta de acero rellena de Poliuretano rígido (PUR)	pza	5	\$10,800.00	\$54,000.00
					\$400,825.00

6.5 Etapa de Implementación y Seguimiento

6.5.1. Plan de implementación

Las propuestas de infraestructura, iluminación y equipos presentadas en este estudio tienen un tiempo de implementación estimado de una semana. Esta estimación fue proporcionada por la empresa constructora que realizó la cotización de los trabajos. Los beneficios potenciales de estas mejoras son principalmente el mantener la integridad de la edificación previniendo su deterioro, evitar altos costos en reparaciones y prevenir fugas de calor que pueden traducirse en un aumento en el consumo eléctrico.

Se deben revisar los equipos de aire acondicionado y las luminarias para aumentar la eficiencia energética del edificio y disminuir las emisiones al ambiente. En este sentido la empresa tiene en marcha un programa de sustitución de luminarias fluorescentes por luminarias LED de mayor eficiencia. Al momento de la realización del presente estudio, se tenía un avance aproximado del 60 % de lámparas sustituidas. No se cuenta con fecha final para la sustitución total de estas ya que la administración reemplaza las luminarias hasta que terminan su vida útil.

Con respecto a los aires acondicionados la empresa también ha ido cambiando equipos obsoletos por equipos nuevos y, aunque no se han instalados equipos de nueva generación (inverter), estos cambios sí aportan una disminución en los consumos eléctricos. Al término del presente proyecto se observaron 2 equipos de refrigeración central que pudieran ser sustituidos por otros con tecnología más nueva. Respecto a lo anterior, la empresa comentó que ya se tienen contemplados esos cambios a mediano plazo, ya que la inversión que se requiere por los dos equipos es alta.

6.5.2 Proyección de cambios estructurales

Se realizaron cinco corridas utilizando la Herramienta de cálculo NOM-008-ENER-2001, Eficiencia Energética en Edificaciones, Envoltura de Edificios no Residenciales, con la finalidad de estimar las mejoras en eficiencia energética al modificar los materiales de construcción de la edificación. En la primera corrida se ingresaron los datos de los materiales de construcción supuestos como existentes en la edificación al momento de la realización del presente estudio, en la segunda corrida se cambiaron las características de las ventanas lado sur por un modelo con mayor resistencia al paso del calor. En la tercera corrida se incluyeron junto con los cambios de la corrida dos, cambios en las puertas del muro sur. Para cuarta corrida se cambiaron las ventanas del muro sur y todas las puertas de la edificación y por último en la corrida cinco se cambiaron todos los materiales de

construcción existentes por los materiales con mayor resistencia térmica proporcionados por el programa (Tabla 21).

Tabla 21 Datos utilizados en los cálculos

	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 4	Corrida 5
	Materiales de construcción actuales	Material de construcción actuales cambiando las ventanas del muro sur	Material de construcción actuales cambiando las ventanas y las puertas del muro sur	Material de construcción actuales cambiando las ventanas del muro sur y todas las puertas del edificio	Materiales de construcción con baja transferencia de calor
Techo	Vigueta y bovedilla de concreto K = 0.65	Vigueta y bovedilla de concreto K = 0.65	Vigueta y bovedilla de concreto K = 0.65	Vigueta y bovedilla de concreto K = 0.65	Vigueta y bovedilla de EPS K = 0.34
Muros	Block de concreto de 15 cm + 5 cm de EPS K = 0.56	Block de concreto de 15 cm + 5 cm de EPS K = 0.56	Block de concreto de 15 cm + 5 cm de EPS K = 0.56	Block de concreto de 15 cm + 5 cm de EPS K = 0.56	Concreto 10-12 cm + 10 cm XPS K = 0.22
Ventana	Vidrio 3 mm K = 4.92	Vidrio 3 mm K = 4.92 Doble 4-16-4 Claro argón low E K = 1.50	Doble 4-16-4 Claro argón low E K = 1.50	Doble 4-16-4 Claro argón low E K = 1.50	Doble 4-16-4 Claro argón low E K = 1.50
Puerta	Puerta principal K = 4.31	Puerta principal K = 4.31	Puerta de acero rellena de PUR K = 0.50	Puerta de acero rellena de PUR K = 0.50	Puerta de acero rellena de PUR K = 0.50
Puerta	Puerta blanda K = 2.10	Puerta blanda K = 2.10	-	-	-
Puerta	Puerta de acero rellena de PUR K = 0.50	Puerta de acero rellena de PUR K = 0.50	-	-	-
Cumplimiento de la Norma	Sí, con 58.7% más de eficiencia que el edificio de referencia	Sí, con 60.9% más de eficiencia que el edificio de referencia	Sí, con 61.3% más de eficiencia que el edificio de referencia	Sí, con 62.8% más de eficiencia que el edificio de referencia	Sí, con 77.7% más de eficiencia que el edificio de referencia

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en las Figuras 21,22,23, 24 y 25 al sustituir en el programa los materiales de construcción existentes por materiales con mayor resistencia al paso del calor, aumentan los porcentajes de cumplimiento. En la corrida 1 se obtuvo un 58.7% de cumplimiento con respecto a la norma (Figura 21), en la corrida 2 este valor aumentó a 60.9% (Figura 22), en la corrida 3 se obtuvo 61.3% (Figura 23). En la corrida 4 se obtuvo un 62.8% (Figura 24) y en la corrida 5 se alcanzó un 77.7% de cumplimiento (Figura 25). Los costos de inversión aproximados para incrementar la eficiencia energética del inmueble en cada una de las corridas se pueden apreciar en la Tabla 22.

Tabla 22 Montos de inversión por corrida

Corrida	Monto en pesos	Detalle
1	\$0.00	Condición actual del inmueble
2	\$82,500.00	Cambio de ventanas muro sur
3	\$93,300.00	Cambio de puerta y ventanas muro sur
4	\$136,500.00	Cambio de ventanas muro sur y todas las puertas
5	\$400,825.00	Realización de todos los cambios propuestos

Fuente: Elaboración propia

Los cambios sugeridos en los materiales de construcción permiten a la edificación disminuir la cantidad de calor que entra o sale de la misma. Esta disminución en la transferencia de calor se ve traducida en un ahorro económico, al necesitar en menor cantidad del uso de equipos de refrigeración y calefacción, logrando una temperatura de confort para los trabajadores con menor consumo de energía eléctrica.



Figura 21. Resultados Corrida 1

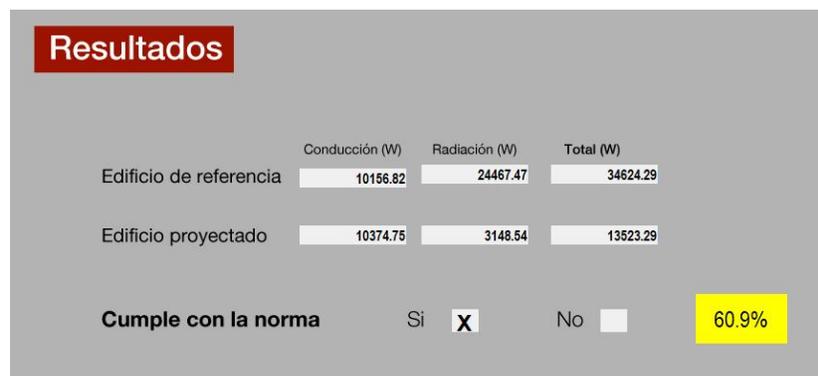


Figura 22 Resultados corrida 2



Figura 23 Resultados corrida 3

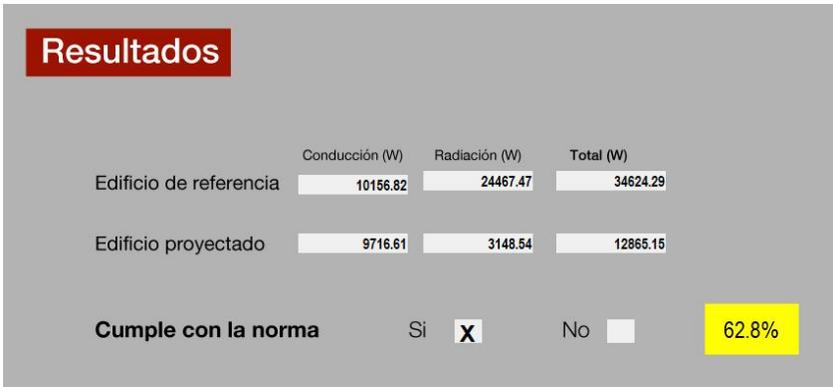


Figura 24 Resultados Corrida 4



Figura 25. Resultados Corrida 5

6.5.3 Propuesta de programa de mantenimiento

Para la realización e implementación de un programa de mantenimiento se deben considerar los mantenimientos de tipo preventivo y correctivo. El **mantenimiento preventivo** es el que se realiza de manera anticipada con el fin de prevenir el surgimiento de averías en las maquinas, equipos, infraestructura, entre otros. Por otro lado, el **mantenimiento correctivo** es el que se realiza para reparar fallas o defectos que se presenten en equipos, maquinas, infraestructura, entre otros.

El programa de **mantenimiento preventivo** se compone de un conjunto de tareas programadas y limpieza durante un periodo de tiempo específico. Para la determinación de las tareas a realizar se deben determinar una serie de características como son: la frecuencia, duración, material, equipos y especificar qué actividades realizará la empresa, y cuáles se necesita que se contrate de un proveedor.

Algunas de las tareas más importantes que deben estar consideradas dentro del programa de mantenimiento son:

- Realizar mantenimientos preventivos a los equipos con el fin de garantizar su funcionamiento y el uso eficiente de energía y recursos.
- Limpiar periódicamente las lámparas y luminarias para mejorar la iluminación y evitar un gasto excesivo de energía eléctrica.
- Llevar a cabo inspecciones en la instalación hidráulica para localizar fugas de agua y evitar pérdidas y/o malgasto de agua.
- Revisar periódicamente los equipos de aire acondicionado para mejorar el uso de la energía y minimizar la emisión de gases refrigerantes al ambiente.
- Hacer recorridos para revisión de muros, pisos, techos y ventanas para garantizar su integridad y evitar pérdidas de calor y daños mayores en las instalaciones.

En la Tabla 23 se presenta una propuesta de programa de mantenimiento preventivo. En éste se presentan actividades que tienen incidencia en eficiencia energética, así como actividades que no tienen tal incidencia, pero forman parte integral de un programa de este tipo. Este solo es la base para un programa más completo, por lo que contiene las actividades mínimas necesarias para el cuidado de las oficinas administrativas. Para los trabajos especializados o de muy larga duración se recomienda contratar una empresa externa, ya que se debe garantizar el correcto funcionamiento de los equipos después de

haber recibido mantenimiento. Un ejemplo de estos son los equipos de cómputo e impresoras, las cuáles se pueden dañar con facilidad.

Tabla 23. Programa de mantenimiento preventivo

> Actividades de mantenimiento con impacto en la eficiencia energética

	Actividad	Frecuencia	Duración (horas)	Materiales	Equipos	Observaciones
1	Limpieza de focos y luminarias	mensual	1.5	Paño seco	n/a	n/a
2	Limpieza de filtros de minisplits	quincenal	1. 5	Agua Paño seco Escalera de tijera	n/a	n/a
3	Servicio a impresoras	cuatrimestral	20	n/a	n/a	Se recomienda que esta actividad la realice un contratista
4	Recorridos de detección de daños a equipos, herramientas, baños e infraestructura (techo, pisos y muros)	cuatrimestral	2	Cuaderno Pluma/lápiz	Cámara	Esta actividad deberá llevarse a cabo por un comité conformado por el personal que labora en las oficinas y este deberá cambiar al menos un 50% de sus participantes entre recorridos
5	Servicio a los aires acondicionados	anual	18	n/a	n/a	Se recomienda que esta actividad la realice un contratista
6	Servicio a equipos de cómputo y monitores	anual	30	n/a	n/a	Se recomienda que esta actividad la realice un contratista
7	Impermeabilizado del techo	trienal	10	Cepillos Recogedor Cubetas Rodillos Impermeabilizante Malla	n/a	Esta actividad puede realizarla la empresa o por medio de un contratista.

> Actividades de mantenimiento sin impacto en la eficiencia energética

	Actividad	Frecuencia	Duración (horas)	Materiales	Equipos	Observaciones
8	Limpieza de baños	diaria	1.5	Desinfectante para baños Cepillo Escoba Recogedor Trapeador Cubeta Paño seco Limpiador de vidrios	n/a	n/a
9	Limpieza general de oficinas	diaria	4	Desinfectante Escoba Recogedor Trapeador Cubeta Paño seco	n/a	n/a
10	Limpieza de ventanas	semanal	3	Paño seco Limpiador de ventanas	n/a	n/a
11	Pintura exterior del edificio	quinquenal	16	Brochas Rodillos Pintura Plástico para cubrir el piso y Herrería Cinta adhesiva	Compresor de aire Pistola para pintar	Esta actividad puede realizarla la empresa o por medio de un contratista.

Fuente: Elaboración propia

El programa de **mantenimiento correctivo** se conformará con todos los hallazgos encontrados durante los recorridos programados en la actividad 4 del programa de mantenimiento preventivo y los hallazgos reportados por los usuarios durante el uso normal de las instalaciones, herramientas y equipos. Estos hallazgos deberán de corregirse a la brevedad ya que indican que existe un deterioro por su uso normal o por su mal uso. Una rápida corrección de los hallazgos evita que se pueda extender el daño y previene que se tenga que invertir en la sustitución de herramientas y equipos o en reparaciones mayores de infraestructura.

Durante la realización de este proyecto se presentó la pandemia mundial por COVI-19. Esta situación generó algunas dificultades para el ingreso a la empresa en la fase final del proyecto ya que las normas y regulaciones gubernamentales para evitar la dispersión del virus por contagio restringieron la operabilidad e ingreso a los negocios y empresas no esenciales. Debido a lo anterior no se pudo realizar la aplicación de las opciones de este proyecto, pero quedaron plasmadas en un reporte técnico entregado a la empresa para su consideración. Queda en manos de la empresa poder aplicar las opciones aquí planteadas, una vez que se retomen las actividades normales de operación.

VII. DISCUSIÓN

Se puede observar que los consumos eléctricos varían dependiendo de las condiciones climáticas, ya que en los periodos de calor es imprescindible el uso de los equipos de refrigeración los cuales permanecen encendidos durante toda la jornada laboral. Esta condicionante es un factor intrínseco a la ciudad en que se encuentra localizada la empresa y representa un alto consumo eléctrico, lo que se traduce en facturas eléctricas elevadas y la generación de contaminación ambiental proveniente de la producción de la energía eléctrica. En este sentido Montelpare (2018) comenta que la eficiencia energética surge como una solución sustentable y plausible para estos retos, ya que es esencial para la reducción del consumo energético incrementar los niveles de competitividad y reducir la huella de carbono. Sin embargo, Herring (2006) sostiene que, aunque no necesariamente la eficiencia energética conduzca a una reducción en las emisiones de CO₂, los consumidores ahorrarán dinero y se promoverá una economía próspera y eficiente.

Si bien, el mayor gasto eléctrico se presenta en verano, con 39 755.85 kWh, debido a los equipos de refrigeración, en invierno el mayor gasto se debe principalmente a los equipos de cómputo. Sin embargo, se puede ver en las Figuras 4 y 5 que hay equipos de refrigeración que siguen utilizándose en invierno. Estos equipos se encuentran en la oficina SITE, que alberga los equipos de respaldo y telecomunicaciones de la empresa, los cuales deben permanecer a bajas temperaturas durante todo el año. Es por lo anterior que la eficiencia energética ofrece una gran oportunidad de ganar-ganar, se puede ahorrar dinero y reducir las externalidades negativas asociadas al uso energético (Allcott and Greenstone, 2012).

En este sentido otros factores que se observaron que afectan la eficiencia energética del edificio fueron, por ejemplo, las ventanas, estas son de las más sencillas que se encuentran disponibles en el mercado y por consiguiente tienen factores muy altos de transferencia de calor. Otro factor importante fueron los domos SOLATUBE que están instalados, aunque se encuentran en desuso. Estos domos permiten que pase la luz solar a través de ellos y por medio de espejos se refleja la luz del sol al interior del edificio, iluminando el área con luz natural evitando encender las luminarias, lo que supondría un ahorro en el consumo eléctrico. Sin embargo, en ciudades con temperaturas muy elevadas se pudiera esperar que fuera más costoso refrigerar un área específica que iluminarla, por lo que este tipo de equipos no serían una opción recomendable.

De manera generalizada se pudo observar que después de realizados los trabajos de mantenimiento por contratistas, no se hacía una entrega recepción adecuada, ya que se encontraron restos de materiales de mantenimientos previos tirados en el techo del edificio. Esta falta de seguimiento a los mantenimientos en gran parte se debe a que no se cuenta con una persona encargada de esta actividad en las oficinas administrativas. Por lo que tampoco se cuenta con un programa de mantenimiento que ayude a prevenir el deterioro de la edificación.

Los hallazgos encontrados con mayor repercusión en la eficiencia energética fueron en materiales de la construcción, específicamente las puertas y ventanas, las cuales tienen una transferencia de calor elevada, y en los equipos sin uso que se han dejado instalados. Corrigiendo estas condiciones se pudiera disminuir el consumo eléctrico por el uso de los aires acondicionados en toda la edificación. De forma puntual el área con el mayor consumo energético, SITE, requiere bajas temperaturas durante todo el año, por lo que la utilización de equipos con tecnología inverter pudiera significar un ahorro significativo en el consumo eléctrico.

Implantar un programa de mantenimiento en las oficinas administrativas de la empresa sería de gran utilidad para el cuidado de la infraestructura, el uso de los recursos y el estado general del edificio. Al tener actividades de mantenimiento preventivo calendarizadas para los diferentes equipos, se puede garantizar que estos no tengan consumos eléctricos excesivos por ineficiencias y que operen de manera adecuada. También se puede prevenir el funcionamiento anormal en los equipos evitando que estos se dañen e incurrir en costos de reparación o remplazo que pueden ser significativamente más altos que el costo del mantenimiento preventivo.

Un ejemplo de lo anterior es la pared de recepción que se encuentra con humedad a pesar de haberse reparado en distintas ocasiones. El no detectar las causas raíz de las fallas obliga a la empresa a pagar en repetidas ocasiones por la misma reparación. Esto se pudiera prevenir con la implantación de un programa de mantenimiento y la designación de un responsable que le dé seguimiento a este.

La evaluación de la eficiencia energética muestra en uno de los programas utilizados que la edificación cumple con los requerimientos para aprobar la NOM-008-ENER-2001. Sin embargo, otro de los programas, el cual hace una comparativa con edificaciones similares a nivel nacional, muestra que los resultados de eficiencia energética están por debajo del promedio. Esto llama la atención ya que por un lado se cumple con la NOM-008

y por otro se tiene un desempeño energético bajo. Para incrementar la eficiencia energética se requiere de hacer cambios de equipos de aire acondicionado por otros más eficientes. También se requiere sustituir las ventanas con otras que tengan mayor resistencia a la transferencia de calor y por último retirar los equipos del techo del edificio que están en desuso.

La aplicación de las opciones propuestas con relación a los hallazgos encontrados supondrá a la empresa beneficios ambientales y económicos. Al disminuir los consumos eléctricos disminuyen los pagos por este servicio y disminuyen las emisiones al ambiente por la generación de energía eléctrica. Aunado a lo anterior también se contribuirá a alcanzar las metas de los objetivos de desarrollo sostenible. La meta 7.3 del objetivo 7 indica que de aquí a 2030 se espera duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética. En este sentido, la empresa podrá disminuir sus consumos de energía eléctrica entre el 20 y 29% mensual. También se tendrá una participación positiva en el Objetivo 13, Acción por el Clima, con la disminución de emisiones de CO₂ al ambiente entre 21.9 % y 33 % por la producción de la energía eléctrica.

Con la información proporcionada en este proyecto, la dirección de la empresa podrá determinar cuáles opciones proporcionan un mayor costo-beneficio y se podrán definir los pasos a seguir para la mejorar de la eficiencia energética de la edificación. Este documento también proporciona información sobre el cumplimiento de la norma NOM-008-ENER-2001, relativa a eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales, así como comparativas en eficiencia energética con empresas de características similares a nivel nacional e internacional, lo que sirve de benchmarking para que la dirección de la empresa pueda establecer objetivos más ambiciosos a mediano y largo plazo.

Durante la elaboración del proyecto se presentaron algunas situaciones que dificultaron el proceso de la auditoría. Poder entrar a las oficinas administrativas con regularidad para la toma de datos al principio no fue fácil ya que dependía de la disponibilidad del personal de mantenimiento para que me acompañaran a los recorridos, por política de la empresa no se me permitía el acceso libre por la edificación. Otra situación que se presentó fue que la empresa no contaba con datos de mantenimiento de los equipos o registros de los trabajos realizados en infraestructura, esto debido a la falta de un responsable del mantenimiento del edificio.

En la etapa final del proyecto se presentó el cierre de las empresas y negocios no esenciales debido a la pandemia por COVID 19, esto generó tiempos de espera prolongados para poder recabar la información restante. Concluir el presente proyecto en

medio de las restricciones por la pandemia representó un reto adicional que resolver, esta situación también condicionó la parte de la aplicación de las opciones sugeridas y su seguimiento.

VIII. CONCLUSIONES

La metodología utilizada en este proyecto ayudó con la obtención de la información necesaria para la identificación de áreas de oportunidad en eficiencia energética. Con la elaboración del análisis de inventarios se identificaron de manera efectiva las áreas y los equipos de mayor consumo eléctrico dentro de la edificación. Queda claro que las mejoras con mayor impacto, para la disminución de los consumos eléctricos, y por consiguiente la disminución de las emisiones al ambiente, dependen primordialmente de la sustitución de equipos con tecnologías modernas que tengan altos desempeños de eficiencia energética como son los aires acondicionados con tecnología inverter.

Con respecto a la infraestructura se puede concluir que los puntos débiles encontrados con mayor impacto, en cuanto a transferencia de calor, son las ventanas, las cuales pudieran cambiarse por otras con factores de transferencia de calor menores a los que se tienen instalados actualmente. De igual manera se deben desinstalar los ductos de refrigeraciones centrales que ya no se utilizan, que permiten la transferencia de calor con el exterior. Lo anterior aplica también a los dos equipos SOLATUBE que se encuentran sin uso, instalados en el techo del edificio, y que al no haber sido retirados generan pérdidas y ganancias de calor en el interior del edificio.

Durante el análisis de resultados se identificaron cuatro elementos de gran relevancia que deben de tomarse en consideración para mejorar y mantener la integridad de las instalaciones. El primero de ellos fue que durante el tiempo de realización del presente proyecto no se contaba con una persona encargada de la integridad de la edificación, materiales y equipos. Esto tiene como consecuencia que no se verifique la calidad de los trabajos realizados ni las condiciones de entrega recepción de las áreas en donde se hicieron las reparaciones.

El segundo elemento encontrado es la falta de un programa de mantenimiento que incluya el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo que garantice las condiciones óptimas de los materiales, los equipos y de la infraestructura de la edificación. No está de más mencionar que este programa deberá estar a cargo de una persona la cual deberá velar por el cumplimiento de este, así como de la calidad de las reparaciones realizadas por personal interno o por contratistas.

El tercer elemento de carácter crítico es la entrega-recepción de los trabajos de mantenimiento realizados en planta por personal contratista. Se encontraron restos de materiales de los trabajos realizados meses atrás. Estos desechos han contribuido con el

deterioro que presenta el techo en la actualidad, ya que estos almacenan polvo, humedad y fauna nociva que generan daños que incurren en costos innecesarios.

Por último, se observó un déficit en la identificación de las causas raíz de las diferentes reparaciones realizadas en la edificación. Esto hace que se tenga que realizar más de una reparación en el mismo hallazgo generando un costo elevado por las reparaciones.

A pesar de los obstáculos encontrados en el periodo en el que se realizó el presente proyecto, la empresa siempre mostró un gran compromiso por llevarlo a término. Dentro de sus posibilidades y de las reglas establecidas por gobernación con las restricciones por el COVID 19, se buscaron opciones para continuar con la recolección de la información.

IX. RECOMENDACIONES

Es necesario hacer un seguimiento de la implantación de las recomendaciones y una auditoría energética en un periodo de un año para corroborar el grado de mejora adquirido. Con un enfoque complementario se recomienda analizar la viabilidad de colocar paneles solares para alimentar las oficinas administrativas o considerar opciones alternas de generación de energía con la intención de disminuir los costos energéticos y las emisiones de CO₂ al ambiente.

Aunque el estudio se limitó al área administrativa, este tipo de estudios se pudiera aplicar al proceso productivo ya que es ahí donde se esperaría se presentara el mayor consumo de energéticos y donde se pudiera obtener un impacto mayor en la eficiencia energética. Junto a lo anterior, un programa de eficiencia energética integral debiera de incluir el proceso productivo y las oficinas administrativas, que funcione a la par con los programas de calidad y seguridad.

X. REFERENCIAS

Abdmouleh, Z., Alammari, R. A. M. and Gastli, A. (2015) 'Review of policies encouraging renewable energy integration & best practices', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier, 45, pp. 249–262. doi: 10.1016/j.rser.2015.01.035.

Allcott, H. and Greenstone, M. (2012) 'Is There an Energy Efficiency Gap?', *Journal of Economic Perspectives*, 26(1), pp. 3–28. doi: 10.1257/jep.26.1.3.

Allouhi, A. *et al.* (2015) 'Energy consumption and efficiency in buildings: Current status and future trends', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier, 109, pp. 118–130. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.05.139.

Arzate, E. (2019) *La política energética de Estado aún sin rumbo • Forbes México*, *Forbes México*. Ciudad de México. Available at: <https://www.forbes.com.mx/la-politica-energetica-de-estado-aun-sin-rumbo/> (Accessed: 27 March 2019).

Bhattacharyya, S. C. (2007) 'Energy sector management issues: An overview', *International Journal of Energy Sector Management*. Emerald Group Publishing Limited, 1(1), pp. 13–33. doi: 10.1108/17506220710738579.

Bhattacharyya, S. C. (2011) *Energy Economics*. 1st edn. London: Springer London. doi: 10.1007/978-0-85729-268-1.

CEPAL (2018) *CEPAL reconoce avances de México en eficiencia energética para alcanzar los Objetivos de la Agenda 2030*. Available at: <https://www.cepal.org/es/noticias/cepal-reconoce-avances-mexico-eficiencia-energetica-alcanzar-objetivos-la-agenda-2030> (Accessed: 31 March 2019).

Chai, K.-H. and Yeo, C. (2012) 'Overcoming energy efficiency barriers through systems approach—A conceptual framework', *Energy Policy*. Elsevier, 46, pp. 460–472. doi: 10.1016/j.enpol.2012.04.012.

Colglazier, W. (2015) 'Sustainable development agenda: 2030', *Science*, 349(6252), pp. 1048–1050. doi: 10.1126/science.aad2333.

CONUEE (2015) *Herramienta de calificación del desempeño energético de edificios para el uso de oficinas y bancos | Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía | Gobierno | gob.mx*. Available at: <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/herramienta-de-calificacion-del-desempeno-energetico-de-edificios-para-el-uso-de-oficinas-y-bancos-31399?state=published> (Accessed: 3 September 2020).

CONUEE (2017) *Herramienta Cálculo NOM-008-ENER-2001*. Available at: https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/herramienta-calculo-nom_008?state=published (Accessed: 3 September 2020).

CONUEE (2018) *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de México 2018*. Ciudad de México. Available at: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43612/1/S1800496_es.pdf.

Dekdouk, A. *et al.* (2018) 'Solving energy ordering problem with multiple supply-demand using Bilevel optimization approach', in *Procedia Computer Science*, pp. 753–759. doi: 10.1016/j.procs.2018.04.130.

DOF (2015) 'Ley de transición energética', *Diario Oficial de la Federación*, 746(20), pp. 1–40.

Available at: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>.

Filippini, M. and Hunt, L. C. (2015) 'Measurement of energy efficiency based on economic foundations', *Energy Economics*. North-Holland, 52, pp. S5–S16. doi: 10.1016/j.eneco.2015.08.023.

Garriga, A. and Vidiella, M. G. (2015) 'ACTITUDES ANTE LA INVERSIÓN EXTRANJERA: EL CASO DE MÉXICO', *Foro Internacional*. El Colegio de México, 59(1), pp. 879–916. Available at: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-013X2015000300879&script=sci_arttext (Accessed: 29 March 2019).

Garrón Bozo, M. (2008) 'Energy policies in Latin America and the Caribbean and the evolution of sustainability', *International Journal of Energy Sector Management*, 2(1), pp. 8–35. doi: 10.1108/17506220810859079.

Gatzert, N. and Kosub, T. (2017) 'Determinants of policy risks of renewable energy investments', *International Journal of Energy Sector Management*, 11(1), pp. 28–45. doi: 10.1108/IJESM-11-2015-0001.

Ghorani-Azam, A., Riahi-Zanjani, B. and Balali-Mood, M. (2016) 'Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran.', *Journal of research in medical sciences : the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*. Wolters Kluwer -- Medknow Publications, 21, p. 65. doi: 10.4103/1735-1995.189646.

Gnaneswar Gude, V. (2015) 'Energy storage for desalination processes powered by renewable energy and waste heat sources', *Applied Energy*, 137, pp. 877–898. doi: 10.1016/j.apenergy.2014.06.061.

Gobierno de México (2016) *Reforma Energética*. Ciudad de México. Available at: https://embamex.sre.gob.mx/suecia/images/reforma_energetica.pdf (Accessed: 29 March 2019).

Gobierno de México (2017) *Infografía_EJES_Agenda2030-2.jpg (1276x1361)*. Available at: https://www.gob.mx/cms/uploads/image/file/373006/Infografia_EJES_Agenda2030-2.jpg (Accessed: 31 March 2019).

Gobierno de México (2018) *Informe Nacional Voluntario - México 2018*. Ciudad de México. Available at: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/309277/18ps_energ_aAyR2017.pdf.

Granel, R. *et al.* (2016) 'Power-use profile analysis of non-domestic consumers for electricity tariff switching', *Energy Efficiency*, 9(3), pp. 825–841. doi: 10.1007/s12053-015-9404-9.

Guerra Fernández, O. J. (2017) *Management of energy supply chains under uncertainty*. Available at: <https://search.proquest.com/pqdtglobal/docview/1933050983/fulltextPDF/BF80DE06FAD641D4PQ/6?accountid=14646> (Accessed: 4 March 2019).

Herring, H. (2006) 'Energy efficiency—a critical view', *Energy*. Pergamon, 31(1), pp. 10–20. doi: 10.1016/J.ENERGY.2004.04.055.

Huitrón, A. and Santander, G. (2018) 'La Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe: implicaciones, avances y desafíos', *Revista Internacional de Cooperación y Desarrollo La*, 5(1), pp. 3–11. doi: 10.21500/23825014.3591.

IEA (2015) *Energy and Climate Change, World Energy Outlook Special Report*. Paris: International Energy Agency. doi: 10.1038/479267b.

IEA (2018a) *Global coal demand set to remain stable through 2023, despite headwinds*. Available at: <https://www.iea.org/newsroom/news/2018/december/global-coal-demand-set-to-remain-stable-through-2023-despite-headwinds.html> (Accessed: 28 March 2019).

IEA (2018b) *Key stats for Mexico, 1990-2016*. Available at: <https://www.iea.org/countries/Mexico/> (Accessed: 29 March 2019).

Joaquín, A. and Vergara, C. (2017) *Optimisation Approaches for Energy Supply Chains*. Available at: [http://discovery.ucl.ac.uk/1572565/1/Thesis submission_ Andres Calderon.pdf](http://discovery.ucl.ac.uk/1572565/1/Thesis%20submission_%20Andres%20Calderon.pdf) (Accessed: 4 March 2019).

Karasoy, A. and Akçay, S. (2018) 'Effects of renewable energy consumption and trade on environmental pollution: The Turkish case', *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 30(2), pp. 437–455. doi: 10.1108/MEQ-04-2018-0081.

Kester, J., Moyer, R. and Song, G. (2015) 'Down the Line: Assessing the Trajectory of Energy Policy Research Development', *Policy Studies Journal*. John Wiley & Sons, Ltd (10.1111), 43(S1), pp. S40–S55. doi: 10.1111/psj.12101.

Kurt, O. K., Zhang, J. and Pinkerton, K. E. (2016) 'Pulmonary health effects of air pollution.', *Current opinion in pulmonary medicine*. NIH Public Access, 22(2), pp. 138–43. doi: 10.1097/MCP.0000000000000248.

Kuzemko, C. *et al.* (2017) 'Policies, politics and demand side innovations: The untold story of Germany's energy transition', *Energy Research & Social Science*. Elsevier, 28, pp. 58–67. doi: 10.1016/J.ERSS.2017.03.013.

de la Vega Navarro, A. (2007) 'Energy reform: Redesigning the Mexican model', *International Journal of Energy Sector Management*, 1(1), pp. 7–12. doi: 10.1108/17506220710738560.

Lee, J. H. (2014) 'Energy supply planning and supply chain optimization under uncertainty', *Journal of Process Control*. Elsevier Ltd, 24(2), pp. 323–331. doi: 10.1016/j.procont.2013.09.025.

Li, M. J. and Tao, W. Q. (2017) 'Review of methodologies and polices for evaluation of energy efficiency in high energy-consuming industry', *Applied Energy*. Elsevier, 187, pp. 203–215. doi: 10.1016/j.apenergy.2016.11.039.

Lundie, S. *et al.* (2019) 'Global supply chains hotspots of a wind energy company', *Journal of Cleaner Production*, 210, pp. 1042–1050. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.10.216.

Markovic, D. *et al.* (2012) *Issues of information and communication technology in energy efficient urban communities*. 1st edn. Edited by E. Santos and M. Ribeiro. New york: Nova Science Publishers, Inc. Available at: <http://www.novapublishers.com>.

Marseglia, G., Riviuccio, E. and Medaglia, C. M. (2018) 'The dynamic role of Italian energy strategies in the worldwide scenario Article information'. doi: 10.1108/K-04-2018-0199.

Mattinen, M. K. *et al.* (2014) 'Modeling and visualization of residential sector energy consumption and greenhouse gas emissions'. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.05.054.

Merchand, M. A. (2015) 'ESTADO Y REFORMA ENERGÉTICA EN MÉXICO', *Problemas del Desarrollo*. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, 46(183), pp. 117–139. doi: 10.1016/j.rpd.2015.10.006.

Montelpare, S. *et al.* (2018) 'The path towards buildings energy efficiency in South American

- countries', *Sustainable Cities and Society*. Elsevier, 44, pp. 646–665. doi: 10.1016/j.scs.2018.10.028.
- Paiva, C. A. C. (1996) 'Electoral price cycles in regulated industries', *World Development*. Pergamon, 24(10), pp. 1673–1680. doi: 10.1016/0305-750X(96)00066-6.
- Paramonova, S. and Thollander, P. (2016) 'Energy-efficiency networks for SMEs: Learning from the Swedish experience', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Pergamon, 65, pp. 295–307. doi: 10.1016/j.rser.2016.06.088.
- Patterson, M. G. (1996) 'What is energy efficiency?: Concepts, indicators and methodological issues', *Energy Policy*. Elsevier, 24(5), pp. 377–390. doi: 10.1016/0301-4215(96)00017-1.
- Pelissero, M. and Hai (2011) 'Aprovechamiento de la energía undimotriz', *Proyecciones*, 9(2), pp. 53–65. Available at: http://humadoc.mdp.edu.ar:8080/bitstream/handle/123456789/642/aprovech_de_la_energia_und_%281%29.pdf?sequence=1.
- Pérez-Lombard, L., Ortiz, J. and Pout, C. (2008) 'A review on buildings energy consumption information', *Energy and Buildings*. Elsevier, 40(3), pp. 394–398. doi: 10.1016/J.ENBUILD.2007.03.007.
- PNUD (2015) *Objetivo 7: Energía asequible y No contaminante | PNUD*. Available at: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-7-affordable-and-clean-energy.html> (Accessed: 28 March 2019).
- Rojas, J. L. R. (2009) *Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas*. Available at: <https://www.uv.mx/iiesca/files/2012/12/herramienta2009-2.pdf> (Accessed: 3 September 2020).
- Rondán de la Rosa, S. (2012) 'Metodología y desarrollo aplicativo para la gestión de la eficiencia energética en la industria de fabricación'. Universidad de Cádiz, p. 1. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=51553> (Accessed: 4 March 2019).
- Saavedra M., M. R., Cristiano, C. H. and Francisco, F. G. (2018) 'Sustainable and renewable energy supply chain: A system dynamics overview', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier Ltd, 82(September 2017), pp. 247–259. doi: 10.1016/j.rser.2017.09.033.
- Salonitis, K. (2015) 'Energy efficiency assessment of grinding strategy', *International Journal of Energy Sector Management*, 9(1), pp. 20–37. doi: 10.1108/IJESM-04-2013-0009.
- Sanders, M. P. *et al.* (2014) 'Energy policy by beauty contests: The legitimacy of interactive sustainability policies at regional levels of the regulatory state', *Energy, Sustainability and Society*, 4(1), pp. 1–13. doi: 10.1016/j.rama.2016.09.003.
- SENER (2015) 'Programa de desarrollo del sistema eléctrico nacional 2015-2019'. Ciudad de México: Gobierno de México, pp. 1–252. Available at: http://base.energia.gob.mx/prodesen/PRODESEN2015/PRODESEN_2015-2029.pdf.
- SENER (2018) *Reporte de Avance de Energías Limpias Primer Semestre 2018 Secretaría de Energía: Elaboración y Revisión*. Ciudad de México. Available at: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/418391/RAEL_Primer_Semestre_2018.pdf (Accessed: 31 March 2019).
- Skone, T. J. (2015) 'Life Cycle Greenhouse Gas Emissions: Natural Gas and Power Production', in *2015 EIA Energy Conference*. Available at:

<https://www.eia.gov/conference/2015/pdf/presentations/skone.pdf> (Accessed: 28 January 2019).

Sorrell, S. (2015) 'Reducing energy demand : A review of issues , challenges and approaches', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier, 47, pp. 74–82. doi: 10.1016/j.rser.2015.03.002.

Stoeglehner, G. *et al.* (2014) 'Sustainability appraisal of residential energy demand and supply - a life cycle approach including heating, electricity, embodied energy and mobility', *Energy, Sustainability and Society*, 4(1). doi: 10.1186/s13705-014-0024-6.

Suzuki, M. (2015) 'Identifying roles of international institutions in clean energy technology innovation and diffusion in the developing countries: Matching barriers with roles of the institutions', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 98(2015), pp. 229–240. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.08.070.

Swan, L. G. and Ugursal, V. I. (2009) 'Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: A review of modeling techniques', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Pergamon, 13(8), pp. 1819–1835. doi: 10.1016/j.rser.2008.09.033.

Trejo, A. (2017) *Crecimiento económico e industrialización en la Agenda 2030: perspectivas para México Economic Growth and Industrialization on the 2030 Agenda: Prospects for Mexico, Revista Problemas del Desarrollo*. Available at: <http://probdes.iiec.unam.mx> (Accessed: 29 March 2019).

UN (2016) *La Agenda de Desarrollo Sostenible - Desarrollo Sostenible*. Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/> (Accessed: 29 March 2019).

UN (2017) *Cambio climático – Desarrollo Sostenible*. Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/> (Accessed: 28 March 2019).

UNEP (2004) 'Cleaner Production~ Energy Efficiency'. Words and Publications, Oxford, UK, p. 304.

University of California-Lawrence Berkeley National Laboratory (2017) *BETTER*. Available at: <https://better.lbl.gov/> (Accessed: 3 September 2020).

Warren, P. (2014) 'A review of demand-side management policy in the UK', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Pergamon, 29, pp. 941–951. doi: 10.1016/j.rser.2013.09.009.

Weitemeyer, S. *et al.* (2015) 'Integration of Renewable Energy Sources in future power systems: The role of storage', *Renewable Energy*, 75, pp. 14–20. doi: 10.1016/j.renene.2014.09.028.

Zakeri, B. and Syri, S. (2014) 'Electrical energy storage systems: A comparative life cycle cost analysis', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, pp. 569–596. doi: 10.1016/j.rser.2014.10.011.

ANEXOS

Anexo 1 Consumo eléctrico por día en oficinas administrativas

ID croquis	Área	Iluminación (kWh)	Aire Acond. (kWh)	Equipo de Oficina (kWh)	Total (kWh)	% Verano	% Invierno
1	Sala de juntas	0.192	6.00	1.15	7.34	1.98%	0.88%
2	Estancia y pasillos	1.008	1.54	0.00	2.55	0.69%	0.66%
3	Jefe administrativo	0.288	1.54	0.87	2.70	0.73%	0.76%
4	Centro de copiado	0.144	1.54	8.55	10.23	2.76%	5.72%
5	Cuentas por pagar	0.405	1.54	2.34	4.29	1.15%	1.81%
6	Ventas recepción	0.144	1.54	4.68	6.36	1.71%	3.17%
7	Sala espera recepción	0.675	1.54	0.00	2.22	0.60%	0.44%
8	Recepción	0.252	1.54	2.51	4.30	1.16%	1.81%
9	Planner	0.675	16.20	2.34	19.22	5.17%	1.98%
10	Baño mujeres 1	0.084	0.00	0.00	0.08	0.02%	0.06%
11	Asist. de Gte. comercial	0.252	10.35	1.80	12.40	3.34%	1.35%
12	Ventas Insulpanel	0.432	40.05	2.88	43.36	11.67%	2.18%
13	Sub dirección	1.296	20.52	1.00	22.82	6.14%	1.51%
14	Gte de comercialización	0.324	10.44	1.00	11.76	3.17%	0.87%
15	Ventas	0.486	20.52	2.16	23.17	6.24%	1.74%
16	Cocineta	0.252	1.80	3.98	6.03	1.62%	2.78%
17	Baño mujeres 2	0.168	1.80	0.00	1.97	0.53%	0.11%
18	Display	1.512	1.80	0.00	3.31	0.89%	0.99%
19	Asesoría Técnica	2.592	20.88	6.15	29.62	7.97%	5.75%
20	Baño Hombres	0.504	1.80	0.00	2.30	0.62%	0.33%
21	Crédito y cobranza	0.324	1.80	3.35	5.47	1.47%	2.42%
22	Sistemas	0.168	1.80	2.43	4.40	1.18%	1.71%
23	SITE	0.504	48.00	25.32	73.82	19.87%	48.57%
24	Almacén	0.252	20.52	13.56	34.33	9.24%	9.09%
25	Capital humano	0.324	32.40	4.67	37.39	10.07%	3.29%
Totales Verano		13.257	267.46	90.74	371.45	100.00%	100.00%
% del total		3.57%	72.00%	24.43%	100.00%		
Totales Invierno		13.257	48	90.74	151.993		
% del total		8.72%	31.58%	59.70%	100.00%		

Elaboración propia

Nota: En la columna de invierno se considera en los consumos eléctricos de los aires acondicionados del SITE ya que estos operan todo el año.

Anexo 2 Resultados programa BETTER, escenario conservador

BETTER (beta) Building Summary Report

Building Name: Oficinas FANOSA

Report Date: 2020-07-08

Print

Annual Savings Potential

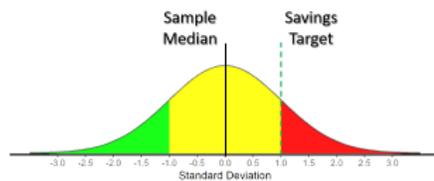
Building Type: Office	Gross Floor Area (m ²): 501
Building Location: Hermosillo, México	Closest Weather Station: General Ignacio P Garcia Intl
Potential Cost Savings (MXN / \$): 1,133 18%	Potential Energy Savings (kWh): 10,283 18%
Electricity Energy/Cost Savings: 18%	Fossil Fuel Energy/Cost Savings: N.A.
GHG Emissions Reduction (MTCO ₂ e): 4.5 17.8 %	GHG Emissions Intensity Reduction (MTCO ₂ e/m ²): 0.009

Note: The annual results are from the most recent 12 months' input.

[More energy and cost details](#)

Savings Breakdown

Target Selection: **Conservative**



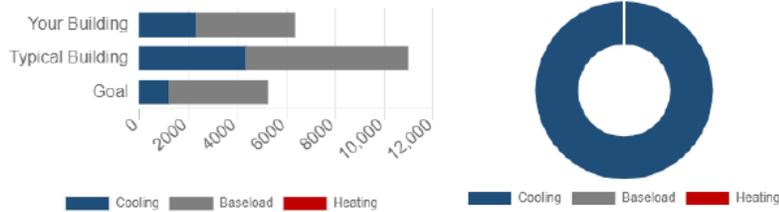
Cost Breakdown (MXN / \$)

Energy Efficiency Recommendations

- Increase Cooling System Efficiency

Details

Cost Savings Breakdown (MXN / \$)



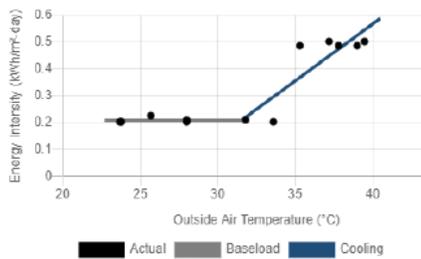
[Energy consumption trends](#)

Weather Sensitivity and Benchmarking

Daily electricity and fossil fuel use per floor area is plotted below against monthly average outdoor air temperature. When energy use goes up at low temperatures on the left side of the graph, it represents heating energy. When energy use goes up at high temperatures on the right side of the graph, it represents cooling energy. The flat part of the graph shows the building's base load.

Electricity: Your consistent baseload is 0.2 kWh/(m²·day), or 76.0 kWh/(m²·yr) [Baseload]. The building is in cooling mode when the outside air temperature is above 31.5 °C [Cooling Change Point]. During cooling, the building daily energy consumption increases by 21 kWh/day for each 1 degree celsius increase in outside air temperature [Cooling Sensitivity].

Electricity Change-point Model



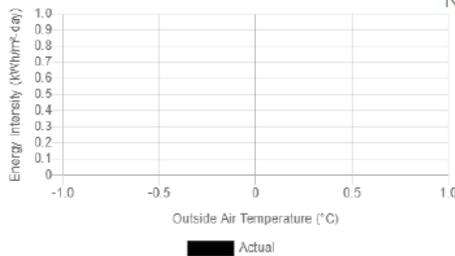
Electricity Consumption Benchmarking



Note: % indicate the percentage of buildings your building is superior to.

No meaningful change-point model is found for the fossil fuel consumption of your building. Please make sure you input at least 12 months' of fossil fuel consumption data.

Fossil Fuel Consumption



Fossil Fuel Consumption Benchmarking

No benchmarking result for the fossil fuel consumption.

Understand the Model

Baseload

Energy consumption of all non-weather-related equipment like computers and lighting. The lower the baseload, the less the energy consumed in plugs and permanently plugged equipment.

Cooling Sensitivity

Cooling system energy consumption for each degree increase in outdoor temperature. Low cooling sensitivity results in less energy-consuming cooling system.

Cooling change-point

The temperature at which cooling system starts. Below the cooling change point, the cooling system is not operational.

Heating Sensitivity

Heating system consumption of energy for each degree decrease in outdoor temperature. Low heating sensitivity results in less energy-consuming heating system.

Heating change-point

The temperature at which heating system starts. Above the heating change point, the cooling system is not operational.

Energy Efficiency Recommendations

Show EE Resources ▼

Increase Cooling System Efficiency

Your building cooling load is higher than that of a typical building for similar weather conditions. HVAC system performance has a significant impact on building energy consumption. Check your cooling system, including all related equipment and controls, to improve system efficiency. Upgrading your system to a more efficient model will also reduce your system's energy consumption.

Note: Special thanks to Johnson Controls (JCI) technical team for their valuable technical support and for their algorithm in identifying Energy Efficiency Recommendations.

About BETTER

The Building Efficiency Targeting Tool for Energy Retrofits (BETTER) helps building owners and managers quickly assess potential opportunities for energy savings, to inform decisions on where to target energy efficiency efforts. The tool can identify low and no-cost opportunities that can be implemented immediately, as well as retrofit opportunities that can be investigated further through more detailed audits or studies.

The tool uses regression techniques to analyze a building's monthly energy data and weather, in order to determine how much energy is used for heating, cooling, and baseload (lighting, plug loads, etc.). The performance of the building is then benchmarked against similar building. In addition to telling you whether a building's energy consumption is higher or lower than peers, it goes a step further to tell you why that is the case. If a building's energy use is high compared to peers, for example, it can tell you it is because the heating system is performing poorly, while the cooling system and baseload equipment are typical compared to peers. With this information, a building owner can adjust heating setpoints, add insulation, or perform an energy audit that focuses on heating equipment.

BETTER is developed under Cooperative Research and Development Agreement (CRADA) No. FP00007338 between the Regents of the University of California Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory under its U.S. Department of Energy (DOE) Contract No. DE-AC02-05CH11231 and Johnson Controls, Inc., with support from ICF. See the How It Works page for information on the tool. You also acknowledge that the data in this report is subject to error and may not be accurate enough for your application. You agree not to hold the developers, contributors, hosts of the BETTER web-app, the Regents of the University of California, and the Department of Energy liable for any inaccuracies in the data, or consequences thereof, or for any claims brought by any third party regarding their data contributions.

Anexo 3 Resultados programa BETTER, escenario nominal

BETTER (beta) Building Summary Report

Building Name: Oficinas FANOSA

Report Date: 2020-07-08

Print

Annual Savings Potential

Building Type: Office	Gross Floor Area (m ²): 501
Building Location: Hermosillo, México	Closest Weather Station: General Ignacio P Garcia Intl
Potential Cost Savings (MXN / \$): 1,632 26%	Potential Energy Savings (kWh): 14,815 26%
Electricity Energy/Cost Savings: 26%	Fossil Fuel Energy/Cost Savings: N.A.
GHG Emissions Reduction (MTCO ₂ e): 6.5 25.6 %	GHG Emissions Intensity Reduction (MTCO ₂ e/m ²): 0.01

Note: The annual results are from the most recent 12 months' input.

[More energy and cost details.](#)

Savings Breakdown

Target Selection: **Nominal**



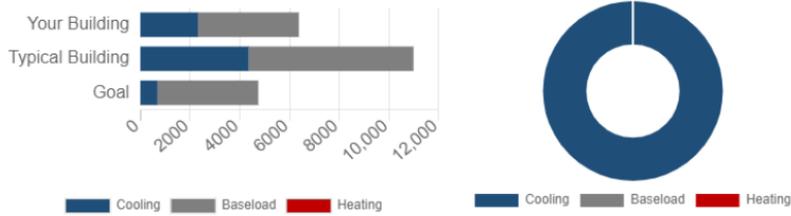
Cost Breakdown (MXN / \$)

Energy Efficiency Recommendations

- Increase Cooling System Efficiency

Details

Cost Savings Breakdown (MXN / \$)



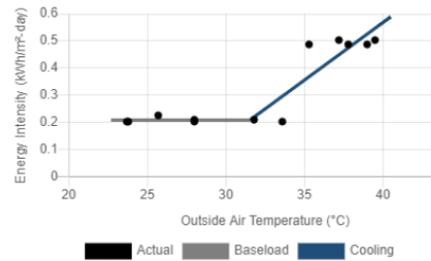
[Energy consumption trends](#)

Weather Sensitivity and Benchmarking

Daily electricity and fossil fuel use per floor area is plotted below against monthly average outdoor air temperature. When energy use goes up at low temperatures on the left side of the graph, it represents heating energy. When energy use goes up at high temperatures on the right side of the graph, it represents cooling energy. The flat part of the graph shows the building's base load.

Electricity: Your consistent baseload is 0.2 kWh/(m²*day), or 76.0 kWh/(m²*yr) [Baseload]. The building is in cooling mode when the outside air temperature is above 31.5 °C [Cooling Change Point]. During cooling, the building daily energy consumption increases by 21 kWh/day for each 1 degree celsius increase in outside air temperature [Cooling Sensitivity].

Electricity Change-point Model



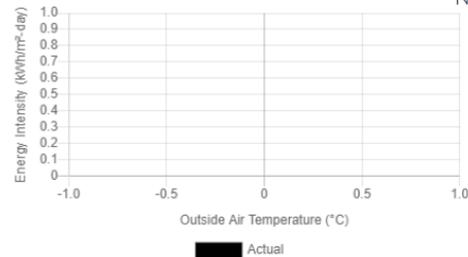
Electricity Consumption Benchmarking

Baseload (Typical)	76%
Cooling Change-point (Good)	100%
Cooling Sensitivity (Poor)	0%

Note: % indicate the percentage of buildings your building is superior to.

No meaningful change-point model is found for the fossil fuel consumption of your building. Please make sure you input at least 12 months' of fossil fuel consumption data.

Fossil Fuel Consumption



Fossil Fuel Consumption Benchmarking

No benchmarking result for the fossil fuel consumption.

Understand the Model

Baseload

Energy consumption of all non-weather-related equipment like computers and lighting. The lower the baseload, the less the energy consumed in plugs and permanently plugged equipment.

Cooling Sensitivity

Cooling system energy consumption for each degree increase in outdoor temperature. Low cooling sensitivity results in less energy-consuming cooling system.

Cooling change-point

The temperature at which cooling system starts. Below the cooling change point, the cooling system is not operational.

Heating Sensitivity

Heating system consumption of energy for each degree decrease in outdoor temperature. Low heating sensitivity results in less energy-consuming heating system.

Heating change-point

The temperature at which heating system starts. Above the heating change point, the cooling system is not operational.

Energy Efficiency Recommendations

Show EE Resources ▼

Increase Cooling System Efficiency

Your building cooling load is higher than that of a typical building for similar weather conditions. HVAC system performance has a significant impact on building energy consumption. Check your cooling system, including all related equipment and controls, to improve system efficiency. Upgrading your system to a more efficient model will also reduce your system's energy consumption.

Note: Special thanks to Johnson Controls (JCI) technical team for their valuable technical support and for their algorithm in identifying Energy Efficiency Recommendations.

About BETTER

The Building Efficiency Targeting Tool for Energy Retrofits (BETTER) helps building owners and managers quickly assess potential opportunities for energy savings, to inform decisions on where to target energy efficiency efforts. The tool can identify low and no-cost opportunities that can be implemented immediately, as well as retrofit opportunities that can be investigated further through more detailed audits or studies.

The tool uses regression techniques to analyze a building's monthly energy data and weather, in order to determine how much energy is used for heating, cooling, and baseload (lighting, plug loads, etc.). The performance of the building is then benchmarked against similar building. In addition to telling you whether a building's energy consumption is higher or lower than peers, it goes a step further to tell you why that is the case. If a building's energy use is high compared to peers, for example, it can tell you it is because the heating system is performing poorly, while the cooling system and baseload equipment are typical compared to peers. With this information, a building owner can adjust heating setpoints, add insulation, or perform an energy audit that focuses on heating equipment.

BETTER is developed under Cooperative Research and Development Agreement (CRADA) No. FP00007338 between the Regents of the University of California Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory under its U.S. Department of Energy (DOE) Contract No. DE-AC02-05CH11231 and Johnson Controls, Inc., with support from ICF. See the How It Works page for information on the tool. You also acknowledge that the data in this report is subject to error and may not be accurate enough for your application. You agree not to hold the developers, contributors, hosts of the BETTER web-app, the Regents of the University of California, and the Department of Energy liable for any inaccuracies in the data, or consequences thereof, or for any claims brought by any third party regarding their data contributions.

Anexo 4 Resultados programa BETTER, escenario agresivo

BETTER (beta) Building Summary Report

Building Name: Oficinas FANOSA

Report Date: 2020-07-08

Print

Annual Savings Potential

Building Type: Office	Gross Floor Area (m ²): 501
Building Location: Hermosillo, México	Closest Weather Station: General Ignacio P Garcia Intl
Potential Cost Savings (MXN / \$): 1,881 30%	Potential Energy Savings (kWh): 17,080 30%
Electricity Energy/Cost Savings: 30%	Fossil Fuel Energy/Cost Savings: N.A.
GHG Emissions Reduction (MTCO ₂ e): 7.5 29.5 %	GHG Emissions Intensity Reduction (MTCO ₂ e/m ²): 0.01

Note: The annual results are from the most recent 12 months' input.

[More energy and cost details.](#)

Savings Breakdown

Target Selection: **Aggressive**



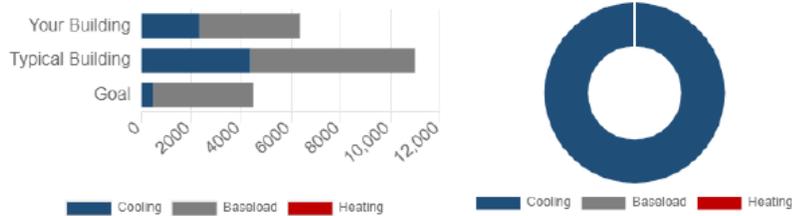
Cost Breakdown (MXN / \$)

Energy Efficiency Recommendations

- Increase Cooling System Efficiency

Details

Cost Savings Breakdown (MXN / \$)



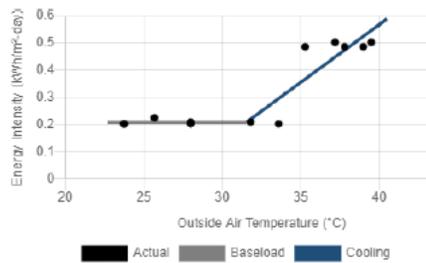
[Energy consumption trends](#)

Weather Sensitivity and Benchmarking

Daily electricity and fossil fuel use per floor area is plotted below against monthly average outdoor air temperature. When energy use goes up at low temperatures on the left side of the graph, it represents heating energy. When energy use goes up at high temperatures on the right side of the graph, it represents cooling energy. The flat part of the graph shows the building's base load.

Electricity: Your consistent baseload is 0.2 kWh/(m²·day), or 76.0 kWh/(m²·yr) [Baseload]. The building is in cooling mode when the outside air temperature is above 31.5 °C [Cooling Change Point]. During cooling, the building daily energy consumption increases by 21 kWh/day for each 1 degree celsius increase in outside air temperature [Cooling Sensitivity].

Electricity Change-point Model



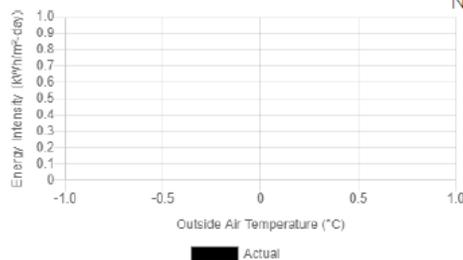
Electricity Consumption Benchmarking

Baseload (Typical)	76%
Cooling Change-point (Good)	100%
Cooling Sensitivity (Poor)	0%

Note: % indicate the percentage of buildings your building is superior to.

No meaningful change-point model is found for the fossil fuel consumption of your building. Please make sure you input at least 12 months' of fossil fuel consumption data.

Fossil Fuel Consumption



Fossil Fuel Consumption Benchmarking

No benchmarking result for the fossil fuel consumption.

Understand the Model

Baseload

Energy consumption of all non-weather-related equipment like computers and lighting. The lower the baseload, the less the energy consumed in plugs and permanently plugged equipment.

Cooling Sensitivity

Cooling system energy consumption for each degree increase in outdoor temperature. Low cooling sensitivity results in less energy-consuming cooling system.

Cooling change-point

The temperature at which cooling system starts. Below the cooling change point, the cooling system is not operational.

Heating Sensitivity

Heating system consumption of energy for each degree decrease in outdoor temperature. Low heating sensitivity results in less energy-consuming heating system.

Heating change-point

The temperature at which heating system starts. Above the heating change point, the cooling system is not operational.

Energy Efficiency Recommendations

Show EE Resources ▼

Increase Cooling System Efficiency

Your building cooling load is higher than that of a typical building for similar weather conditions. HVAC system performance has a significant impact on building energy consumption. Check your cooling system, including all related equipment and controls, to improve system efficiency. Upgrading your system to a more efficient model will also reduce your system's energy consumption.

Note: Special thanks to Johnson Controls (JCI) technical team for their valuable technical support and for their algorithm in identifying Energy Efficiency Recommendations.

About BETTER

The Building Efficiency Targeting Tool for Energy Retrofits (BETTER) helps building owners and managers quickly assess potential opportunities for energy savings, to inform decisions on where to target energy efficiency efforts. The tool can identify low and no-cost opportunities that can be implemented immediately, as well as retrofit opportunities that can be investigated further through more detailed audits or studies.

The tool uses regression techniques to analyze a building's monthly energy data and weather, in order to determine how much energy is used for heating, cooling, and baseload (lighting, plug loads, etc.). The performance of the building is then benchmarked against similar building. In addition to telling you whether a building's energy consumption is higher or lower than peers, it goes a step further to tell you why that is the case. If a building's energy use is high compared to peers, for example, it can tell you it is because the heating system is performing poorly, while the cooling system and baseload equipment are typical compared to peers. With this information, a building owner can adjust heating setpoints, add insulation, or perform an energy audit that focuses on heating equipment.

BETTER is developed under Cooperative Research and Development Agreement (CRADA) No. FP00007338 between the Regents of the University of California Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory under its U.S. Department of Energy (DOE) Contract No. DE-AC02-05CH11231 and Johnson Controls, Inc., with support from ICF. See the How It Works page for information on the tool. You also acknowledge that the data in this report is subject to error and may not be accurate enough for your application. You agree not to hold the developers, contributors, hosts of the BETTER web-app, the Regents of the University of California, and the Department of Energy liable for any inaccuracies in the data, or consequences thereof, or for any claims brought by any third party regarding their data contributions.

Anexo 5 Resultados de la herramienta de calificación del desempeño energético de edificios para el uso de oficinas y bancos



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO



cooperación
alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT



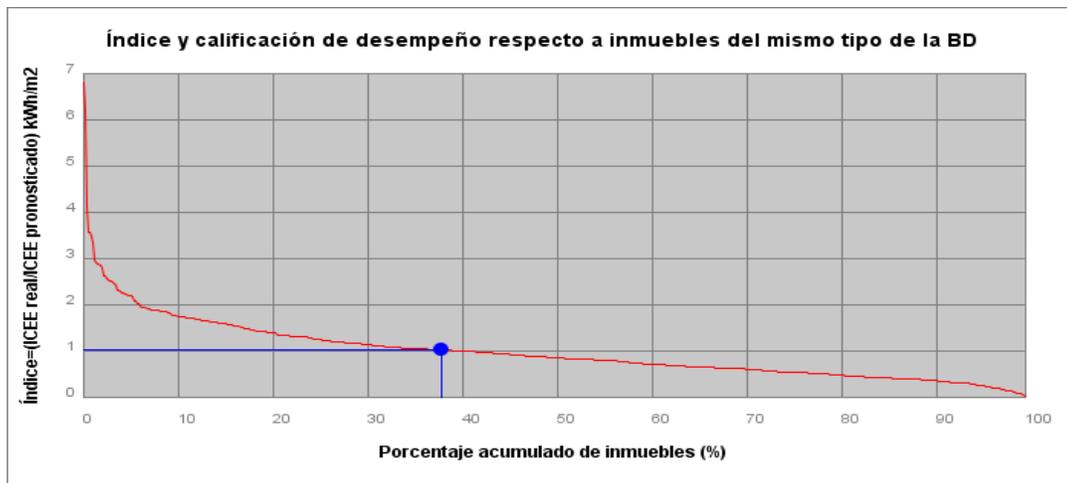
Herramienta de calificación del desempeño energético de edificios para uso de oficinas y bancos

Entidad:	Sonora		
Municipio:	Hermosillo		
Localidad:	Hermosillo		
Zona térmica:	2	Zona Climática:	Cálido Seco
Grados Día Calefacción (anual HDD65):	1479	Grados Día Refrigeración (anual CDD65):	4615
Clasificación:	Oficinas	Tarifa eléctrica:	HM
Nombre del inmueble:	Oficinas FANOSA	No. de edificios dentro del inmueble:	1
Tiempo operación (h/día):	9	Días de operación por semana (días/sem):	5
Inmueble con Aire Acondicionado (AA):	SI	Capacidad AA (TR):	20
Número de personas:	29	Número de computadoras:	29
Área construida (m2):	501	Consumo de energía (kWh/año):	61795



39Ptos.

Resultados de desempeño energético de su inmueble			
Índice: (kWh/m2-año) real / (kWh/m2-año) pronosticado: 1.03			
ICEE (kWh/m2-año): 129.28			
Emisión de GEI (t CO2/año): 41.22			
NOTA: El Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE en kWh/m2-año) del inmueble ingresado es comparado con inmuebles del mismo tipo, usando el procedimiento Conuee-INECC@ y empleando una escala de calificaciones de 0 a 100 puntos.			
IV. Potenciales de ahorro de energía promedio identificados en diagnósticos energéticos realizados en inmuebles del mismo tipo *			
Clasificación	Oficinas	Región APF	CENTRO
Aire Acondicionado (AA)	SI	AE (%)Motores	0.30%
AE (%) AA	2.90%	AE (%) Ilum	16.30%
AE (%) Otros	3.50%	Ahorro Total (%)	22.90%
TSR (años)	3.7	\$/kWh ahorrado-año	4.8
NOTAS: @ Se refiere al modelo estadístico desarrollado en conjunto Conuee, INE, GIZ y GOPA, que sigue los procedimientos de Energy Star® para comparar el inmueble ingresado con los inmuebles del mismo tipo AE= Ahorro de Energía Otros = Ahorro de energía por sección de circuitos, campañas de ahorro, etc.			
* Valores indicativos: Sí desea conocer las medidas de ahorro de energía en su inmueble y los potenciales de ahorro con precisión, recomendamos solicitar asesoría técnica con el personal de la Conuee			



V. Medidas de ahorro de energía comunes en los diagnósticos energéticos realizados en inmuebles del mismo tipo	
Medida de ahorro de energía	Potencial de AE (%)
Disminución de la carga térmica de un edificio por la implementación de parasoles	25.6
Reemplazo equipos de aire acondicionado ineficientes por eficientes	18.9
Sustitución de equipos fluorescentes T-12 y balastro electromagnético, por T-5 y balastro electrónico	15.3
Sustitución de equipos chillers convencionales por alta eficiencia tipo scroll	11.8
Administración del movimiento de elevadores para reducir su uso en horarios no estratégicos	3.6
Implementación de un programa operativo de ahorro de energía en iluminación	3
Sustitución de motores de eficiencia estándar por eficientes premium	2.2

Anexo 6 Resultados de la herramienta de cálculo NOM-008 y la herramienta de calificación del desempeño energético de edificios para el uso de oficinas y bancos

FORMATO PARA INFORMAR DEL CALCULO DEL PRESUPUESTO ENERGÉTICO			
1. Datos Generales			
1.1. <u>Propietario</u>			
Nombre	Maat Ochoa		
Dirección			
Colonia			
Ciudad			
Estado			
Codigo Postal			
Teléfono			
1.2. <u>Ubicación de la Obra</u>			
Nombre	Oficinas Administrativas		
Dirección	Parque Industrial		
Colonia			
Ciudad	Hermosillo		
Estado	SONORA		
Codigo Postal			
Teléfono			
1.3. <u>Unidad de Verificación</u>			
Nombre			
Dirección			
Colonia			
Ciudad			
Estado			
Codigo Postal		N° de Registro	
Teléfono		Fax	
E-mail			

2. Valores para el Cálculo de la ganancia de Calor a través de la Envolvente (*)					
2.1.	Ciudad	Hermosillo			
	Latitud	29	90		
2.2.	Temperatura equivalente promedio "te" (°C)				
	a). Techo	48		b). Superficie inferior	33
	c). Muros			d). Partes transparentes	
		Masivo	Ligero	Tragaluz y domo	28
	Norte	34	39	Norte	29
	Este	38	43	Este	30
	Sur	35	41	Sur	31
	Oeste	36	43	Oeste	31
2.3.	Coeficiente de transferencia de calor "K" del edificio de referencia (W/m ² K)				
	Techo	0.352		Muro	0.467
	Tragaluz y domo	5.952		Ventana	5.319
2.4.	Factor de ganancia de calor solar "FG" (W/m ²)				
	Tragaluz y domo	322			
	Norte	70			
	Este	159			
	Sur	131			
	Oeste	164			
2.5.	Barrera para vapor				
	SI		NO	X	
2.6.	Factor de corrección de sombreado exterior (SE)				
	Número (**)	1	2	3	4
	L/H o P/E (***)				
	W/H o W/E (***)				
	Norte				
	Este/Oeste				
	Sur				
*	Los valores se obtienen de la Tabla 1 para los incisos 2.2 a 2.5 y del Apéndice A, tablas 2,3, 4 y 5 según corresponda para el inciso 2.6				
**	Si las ventanas tienen algún tipo de sombreado se deberá usar una columna para cada tipo				
***	Indicar el tipo de sombreado: 1 volado simple, 2 volado extendido, 3 ventana remetida y 4 partesol				

3. Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envolvente (*)				
(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)				
3.1.	Descripción de la Porción No Homogénea ^(a)	Vigueta y bovedilla de concreto	Número (**)	2
	Componente de la envolvente	<input checked="" type="checkbox"/>	Techo	<input type="checkbox"/> Pared
	Área de la componente en m ² (A)	0.15	=	0.15 x 1.00
	Área que ocupa la componente no homogénea 1	0.1230		
	Fracción de la combinación (F1) ^(b)	0.820		
	Área que ocupa la componente no homogénea 2	0.027		
	Fracción de la combinación (F2)	0.180		
3.2.	Aislamiento térmico parcial			
	Material (***)	Espesor (m)	Conductividad térmica (w/mK)	M Aislamiento térmico (m ² K/W)
		1.000		
	Convección exterior (****)	Parque Industrial	13.000	#¡VALOR!
	Impermeabilizante	0.002	0.17000	0.012
	Concreto armado	0.050	1.740	0.029
	Bovedilla de concreto	0.038	1.110	0.034
	Yeso al interior	0.005	0.372	0.013
	Convección interior	1.000	6.600	0.152
	Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos los materiales más la convección exterior e interior		M parcial	#¡VALOR! m ² K/W
	[Formula Mparcial = Σ M]			
*	Estos valores se obtienen en el Apéndice D			
**	Dar un número consecutivo (1,2...N) el cual será indicado en el inciso 4.3			
***	Anotar los materiales que forman la porción homogénea. Por ejemplo, en un muro estructurado formado por: madera con triplay y mortero en la superficie exterior, tablero de yeso en la superficie interior y entre ambos una estructura de madera con polines verticales y aislantes térmicos. Solo se deben poner los que forman la superficie exterior e interior, que es la porción homogénea. Véase apéndice B, inciso B.2 de la Norma			
****	Para los materiales se utilizan valores del apéndice D de la NOM-020-ENER, o los proporcionados por los fabricantes			
*****	Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de L1, calculados de acuerdo al apéndice "B"			
(a)	Veáse apéndice B inciso B.2 de la Norma			
(b)	El número de fracciones depende del número de materiales que se quieren colocar en la superficie exterior e interior			

3. Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envolvente (*)				
(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)				
3.3	Aislamiento Térmico parcial (Mparcial)			0.317
	Fracción (F)	Material (***)	Grueso (m) g (***)	Conductividad térmica g/ (w/mK)
F1	0.820	Material aislante certificado (NOM-018)	0.150	0.0400
				3.750
				0.202
				$\sum \frac{F_i}{M_{parcial} + (g / \lambda_m)} =$
F2	0.180	Concreto armado	0.150	1.7400
				0.086
				0.447
				$\sum \frac{F_i}{M_{parcial} + (g / \lambda_m)} =$
				$\sum_{i=1, j=1}^{n, m} \frac{F_i}{M_{parcial} + (g / \lambda_m)} =$
				0.648
		Paraue Industrial		
				1.5420
				$M = \frac{1}{\frac{F_1}{M_{parcial} + (g / \lambda_1)} + \frac{F_2}{M_{parcial} + (g / \lambda_2)} + \dots + \frac{F_n}{M_{parcial} + (g / \lambda_m)}}$
				$M =$
				0.6485
				[Formula K = 1/M]
				0.6485
				Coefficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
				0.6485
				[Formula K = 1/M]
				0.6485
				***** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de L1, calculados de acuerdo al apéndice "B"
				(a) Véase apéndice B inciso B.2 de la norma
				(b) El número de fracciones depende del numero de materiales que se quieren colocar en la superficie exterior e interior

3. Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones de la Envolvente(*)					
3.1.	Descripción de la porción	Vidrio 3mm		Número(**)	3
	Componente de la envolvente	<input type="checkbox"/>	Techo	<input checked="" type="checkbox"/>	Pared
	Material (***)	Espesor (m)	Conductividad térmica (w/mK) h o λ (****)	M	Aislamiento térmico (m ² K/W) [1/(h o λ)]
		1.000			
	Convección exterior (****)	1.000	13.000		0.077
	Vidrio Claro	0.003	1.100		0.003
	Convección interior	1.000	8.100		0.123
	Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos los materiales más la convección exterior e interior			M	0.2031 m ² K/W
	[Formula M= Σ M]				
	Coeficiente Global de transferencia de calor de la porción (k)			K	4.9235 W/m ² K
	[Formula K= 1/M]				
				CS	1.0000
*	Estos valores se obtienen del Apéndice D				
**	Dar un número consecutivo (1,2.. N) el cual será indicado en el inciso 4.3				
***	Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con rellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales				
****	Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes				
*****	Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de λ, calculados de acuerdo al péndice "B"				

3. Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones de la Envolvente(*)						
3.1.	Descripción de la porción	Puerta de acero rellena de PUR			Número(**)	5
	Componente de la envolvente	<input type="checkbox"/>	Techo	<input checked="" type="checkbox"/>	Pared	Masivo
	Material (***)	Espesor (m)	Conductividad térmica (w/mK)		M	Aislamiento térmico (m ² K/W)
		1.000	h o λ (****)			[1/(h o λ)]
	Convección exterior (****)	1.000	13.000			0.077
	Lamina de Acero	0.001	52.300			0.000
	Poliuretano	0.036	0.020			1.800
	Lamina de Acero	0.001	52.300			0.000
	Convección interior	1.000	8.100			0.123
	Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos los materiales más la convección exterior e interior [Formula M= Σ M]				M	2.0004 m ² K/W
	Coeficiente Global de transferencia de calor de la porción (k) [Formula K= 1/M]				K	0.4999 W/m ² K
*	Estos valores se obtienen del Apéndice D					
**	Dar un número consecutivo (1,2.. N) el cual será indicado en el inciso 4.3					
***	Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con rellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales					
****	Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes					
*****	Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de λ, calculados de acuerdo al péndice "B"					

4. Cálculo Comparativo de la Ganancia de Calor

4.1.- Datos Generales

Temperatura Interior °C

$$\phi_{rci} = \sum_{j=1}^n [K_j \times A_{ij} \times (te - t)]$$

4.2.1.- Ganancias por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coefficiente Global de Tranferencia de Calor (W/m ² K) [K]	Area del edificio proyectado (m ²) [A]	Fracción de la componente [F]	Temperatura equivalente (K) (te)	Ganancia por Conducción Φ_{rci} (*) [K*A*F*(te-t)]
Techo	0.3520	501.0	0.95	48	3853.291
Tragaluz y domo	5.9520		0.05	28	447.293
Muro Norte	0.4670	144.5	0.60	34	364.274
Ventana Norte	5.3190		0.40	29	1229.327
Muro este	0.4670	60.4	0.60	38	220.013
Ventana este	Parque Industrial		0.40	30	#¡VALOR!
Muro sur	0.4670	163.7	0.60	35	458.547
Ventana Sur	5.3190		0.40	31	2089.090
Muro oeste	0.4670	53.8	0.60	36	165.792
Ventana oeste	5.3190		0.40	31	686.662
Superficie inferior	0.3520	0.0	0.95	33	-
SUBTOTAL					#¡VALOR!

* Nota: Si los valores son negativos significa una bonificación, por lo que deben sumarse algebraicamente

$$\phi_{rsi} = \sum_{j=1}^m [A_{ij} \times CS_j \times FG_i \times SE_j]$$

4.2.2. Ganancias por radiación (partes transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coefficiente de Sombreado (CS)	Area del edificio proyectado (m2) [A]	Fracción de la componente [F]	Ganancia de Calor (W/m2) [FG]	Ganancia por Radiación ϕ_{rs} (*) [CS*A*F*FG]
Tragaluz y domo	0.8500	501.0	0.05	322	6856.185
Ventana norte	1.0000	144.5	0.4	70	4044.600
Ventana este	1.0000	23.0	0.4	159	1462.800
Ventana sur	1.0000	163.7	0.4	131	8575.260
Ventana oeste	1.0000	53.8	0.4	164	3528.624
SUBTOTAL					24467.469

4. Cálculo Comparativo de la Ganancia de Calor (continuación)					
4.2 Edificio proyectado					
4.2.1. Ganancias por conducción (partes opacas y transparentes)					
Tipo y orientación de la porción de la envolvente (*)	Coeficiente Global de Transferencia de Calor (k)		Area (m2) [A]	Temperatura equivalente (°C) [te]	Ganancia por Conducción $\phi_{pc}(\text{****})$ [K*A*(te-t)]
	Número de la porción (**)	Valor calculado (W/m ² K) (***)			
				Subtotal 1	-
				Subtotal 2	-
					-
Techo	1	0.6485	501	48	7472.666
Muro Oeste	2	0.4235	50.99	36	237.537
Muro Sur	3	0.4235	142.03	35	601.497
Muro Este	4	0.4235	53.99	38	297.242
Muro Norte	5	0.4235	126.53	34	482.269
Puerta 1	6	2.0951	2.21	43	83.343
Puerta 2	7	0.4999	2.02	35	10.098
Puerta 3	8	2.0951	2.02	41	67.714
Puerta 4	9	2.0951	2.02	41	67.714
Puerta 5	10	2.0951	2.02	41	67.714
Puerta 6	11	4.3111	5.10	39	307.813
Ventana 1	12	4.9235	0.59	31	17.429
Ventana 2	13	4.9235	1.19	31	35.154
Ventana 3	14	4.9235	1.19	31	35.154
Ventana 4	15	4.9235	1.62	31	47.857
Ventana 5	16	4.9235	1.53	31	45.198
Ventana 6	17	4.9235	0.81	31	23.928
Ventana 7	18	4.9235	1.78	31	52.583
Ventana 8	19	4.9235	1.78	31	52.583
Ventana 9	20	4.92351	1.78	31	52.583
Ventana 10	21	4.92351	1.86	31	54.946
Ventana 11	22	4.92351	1.82	30	44.804
				Subtotal	10157.824
				Total (Sumar todas las ϕ_{pc})	10157.824

4. Cálculo Comparativo de la Ganancia de Calor (continuación)					
4.2 Edificio proyectado					
4.2.1. Ganancias por conducción (partes opacas y transparentes)					
Tipo y orientación de la porción de la envolvente (*)	Coeficiente Global de Transferencia de Calor (k)		Area (m2) [A]	Temperatura equivalente (°C) [te]	Ganancia por Conducción $\phi_{pc}(***)$ [K*A*(te-t)]
	Número de la porción (**)	Valor calculado (W/m ² K) (***)			
				Subtotal 1	10157.824
				Subtotal 2	-
					-
Ventana 12	23	4.9235	1.82	30	44.804
Ventana 13	24	4.9235	2.77	30	68.191
Ventana 14	25	4.9235	0.97	29	19.103
Ventana 15	26	4.9235	0.97	29	19.103
Ventana 16	27	4.9235	0.72	29	14.180
Ventana 17	28	4.9235	0.72	29	14.180
Ventana 18	29	4.9235	0.74	29	14.574
Ventana 19	30	4.9235	0.74	29	14.574
Ventana 20	31	4.9235	0.74	29	14.574
Ventana 21	32	4.9235	0.74	29	14.574
Ventana 22	33	4.9235	0.78	29	15.361
Ventana 23	34	4.9235	0.78	29	15.361
Ventana 24	35	4.9235	0.76	29	14.967
Ventana 25	36	4.9235	0.76	29	14.967
Ventana 26	37	4.9235	1.53	29	30.132
Ventana 27	38	4.9235	1.53	29	30.132
Ventana 28	39	4.9235	0.34	29	6.696
					-
					-
					-
					-
					-
				Subtotal	365.472
				Total (Sumar todas las ϕ_{pc})	10523.296

4. Cálculo Comparativo de la Ganancia de Calor (continuación)							
4.2.2 Ganancias por radiación (partes transparentes)							
Tipo y orientación de la porción de la envolvente (*)	Material (**)	Coefficiente de Sombreado de (***)	Area (m2) [A]	Ganancia de Calor (W/m2) [FG]	Factor de Sombreado ext. [SE] (****) Numero Valor		Ganancia por Radiación ϕ_{pr} [CS*A*FG*SE]
Ventana 1	Vidrio 3mm	1	0.59	164	0	1	96.760
Ventana 2	Vidrio 3mm	1	1.19	131	0	1	155.890
Ventana 3	Vidrio 3mm	1	1.19	131	0	1	155.890
Ventana 4	Vidrio 3mm	1	1.62	131	0	1	212.220
Ventana 5	Vidrio 3mm	1	1.53	131	0	1	200.430
Ventana 6	Vidrio 3mm	1	0.81	131	0	1	106.110
Ventana 7	Vidrio 3mm	1	1.78	131	0	1	233.180
Ventana 8	Vidrio 3mm	1	1.78	131	0	1	233.180
Ventana 9	Vidrio 3mm	1	1.78	131	0	1	233.180
Ventana 10	Vidrio 3mm	1	1.86	131	0	1	243.660
Ventana 11	Vidrio 3mm	1	1.82	159	0	1	289.380
Ventana 12	Vidrio 3mm	1	1.82	159	0	1	289.380
Ventana 13	Vidrio 3mm	1	2.77	159	0	1	440.430
Ventana 14	Vidrio 3mm	1	0.97	70	0	1	67.900
Ventana 15	Vidrio 3mm	1	0.97	70	0	1	67.900
Ventana 16	Vidrio 3mm	1	0.72	70	0	1	50.400
Ventana 17	Vidrio 3mm	1	0.72	70.0	0.0	1.0	3075.890
Ventana 18	Vidrio 3mm	1	0.74	70	0	1	
Ventana 19	Vidrio 3mm	1	0.7	70	0	1	
Ventana 20	Vidrio 3mm	1	0.7	70	0	1	
Ventana 21	Vidrio 3mm	1	0.7	70	0	1	
Ventana 22	Vidrio 3mm	1	0.8	70	0	1	
Ventana 23	Vidrio 3mm	1	0.8	70	0	1	
Ventana 24	Vidrio 3mm	1	0.76	70	0	1	
Ventana 25	Vidrio 3mm	1	0.76	70	0	1	
Ventana 26	Vidrio 3mm	1	1.53	70	0	1	
Ventana 27	Vidrio 3mm	1	1.53	70	0	1	
Ventana 28	Vidrio 3mm	1	0.34	70	0	1	

5. Resumen del Cálculo						
5.1.	Presupuesto Energético					
			Ganancia por Conducción (W)		Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total
						$\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs}$
						$\phi_p = \phi_{pc} + \phi_{ps}$
						(W)
	Referencia	(ϕ_{rc})	10156.82	(ϕ_{rs})	24467.47	(ϕ_r) 34624.29
	Proyectado	(ϕ_{pc})	10523.30	(ϕ_{ps})	3787.09	(ϕ_p) 14310.39
5.2.	Cumplimiento					
		Si ($\phi_r > \phi_p$)	X		No ($\phi_r < \phi_p$)	
			Parque Industrial			
						Ahorro de Energía
						59%