

GRAND RAPIDS 2030 DISTRICT

# ALCANZANDO LOS OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CARBONO

*Para edificios comerciales e industriales  
existentes en Grand Rapids*



WEST MICHIGAN

GRAND RAPIDS

2030

DISTRICT

2024



# Tabla de contenidos

Introducción	1
¿Por qué la gestión de la energía?	3
Benchmarking energético	5
Métricas energéticas importantes y establecimiento de objetivos	7
Emisiones de gases de efecto invernadero	11
Evaluaciones energéticas de edificios	13
Cómo obtener una evaluación energética	15
Implementar medidas después de la auditoría	17
Verificación de ahorros	19
Recursos	21

# Agradecimientos

Esta guía de recursos es el producto del Grupo de Socios Profesionales (PPG por sus siglas en inglés) del Distrito de Grand Rapids 2030, un grupo de trabajo interdisciplinario y colaborativo convocado en 2022 con el propósito de brindar orientación sobre la gestión de energía y los recursos locales de reducción de carbono en el área de Grand Rapids. El PPG incluye expertos de la industria de la gestión de la energía, arquitectos, ingenieros, consultores y gobiernos locales.

Esto no habría sido posible sin los esfuerzos y el conocimiento de los miembros del PPG y de los revisores pares.

Preparado por:

**Kayla Snyder**, Gerente de Programa de USGBC West Michigan

Diseñado por:

**Ally Beshouri**, Gerente de Comunicaciones de USGBC West Michigan

## Miembros del Grupo de Socios Profesionales:

Cheri Holman USGBC West MI	Jeffrey Groth Trane	Matthew Williams Synergy Consulting Engineers
Alec Nichols E3M Solutions	Mark Wiley Energy Design Engineers	Matthew VanSweden Foresight Management
Andrew Hascher AMERESCO	Jennifer Spiller City of Grand Rapids	Paul Koops Fishbeck
Eric DeVries E3M Solutions	Kelsey Groesbeck Tower Pinkster	Rajul Patel Citra Tech
Benjamin Glendening Catalyst Partners	Kelsey Wotila Foresight Management	Taylor Davis Synergy Consulting Engineers
	Kyle Rieth Catalyst Partners	

*Esta guía fue creada a través de la experiencia y el conocimiento de las personas mencionadas anteriormente, sus asociados, otros profesionales de la industria, así como las referencias citadas en la página de recursos.*

# INTRODUCCIÓN

El Distrito de 2030 de Grand Rapids está comprometido a **reducir las emisiones de carbono en un 50% con respecto a los niveles de 2003 para 2030 y a cero neto para 2040 en todos los sectores**. Estos objetivos provienen directamente de "Architecture 2030". Si bien cada distrito 2030 se enfoca en el agua, el transporte y las emisiones de los edificios, cada distrito pone un énfasis distinto en cada área. El Distrito GR2030 ha trabajado principalmente en la reducción de emisiones de edificios comerciales, centrándose en la eficiencia energética y la electrificación. Architecture 2030 ha actualizado el objetivo a cero emisiones hoy, en lugar de 2040. Necesitamos reducir las emisiones ahora. <sup>1</sup>

En noviembre de 2022, la ciudad de Grand Rapids adoptó el objetivo para toda la comunidad, basado en la ciencia, de una **reducción de emisiones per cápita del 62,8 % para 2030 y cero emisiones netas para 2050 con respecto a los niveles de 2019**. Este objetivo proviene del Informe del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Grand Rapids. El sector de la construcción representa el 63,6% de las emisiones. Los edificios comerciales e industriales juntos representan el 35.8% de las emisiones dentro de Grand Rapids. <sup>2</sup>

El estado de Michigan ha publicado su informe MI Healthy Climate Plan que "establece un camino para que Michigan alcance el **100% neutralidad de carbono para 2050 con una reducción del 52 por ciento de las emisiones de GEI para 2030 como objetivo intermedio**. Lograr el objetivo de 2030 requerirá que Michigan reduzca las emisiones anuales de GEI en aproximadamente 92.95 millones de toneladas métricas de CO2 equivalente según los niveles de emisiones actuales". El plan también establece que "para alcanzar nuestros objetivos para 2030 de reducir las emisiones relacionadas con la calefacción de hogares y negocios de Michigan en un 17 por ciento para 2030, Michigan debe reducir las emisiones de uso final relacionadas con la calefacción de hogares y negocios de Michigan en aproximadamente un tres por ciento por año desde ahora hasta 2030". <sup>3</sup>

*Cada objetivo del Estado, la Ciudad y el Distrito GR2030 es ligeramente diferente debido a las diferentes líneas de base, pero todos se centran en lograr cero emisiones.*

## Cero neto

Según el IPCC, las emisiones netas cero se logran cuando las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero a la atmósfera se equilibran con las absorciones antropogénicas durante un período determinado.

Esencialmente, cero neto significa que cualquier emisión debe compensarse con absorciones para llegar a cero. <sup>4</sup>

## Carbono Neutral

En el MI Healthy Climate Plan, la neutralidad de carbono se define como cualquier dióxido de carbono liberado a la atmósfera que se equilibra con una cantidad equivalente que se elimina.

Fuente. <sup>5</sup>

## Carbono cero

Según Architecture 2030, "Lograr cero emisiones (de carbono) de las nuevas construcciones requerirá edificios energéticamente eficientes que no utilicen combustibles fósiles in situ y que funcionen al 100% con energía renovable in situ y/o fuera de las instalaciones".

Cero emisiones de carbono significa que no hay emisiones in situ. Todo el uso/generación de energía debe ser abastecido por energías renovables.

## ¿Cómo logramos estos objetivos?

En la página anterior se describieron las metas del estado, un municipio y un programa sin fines de lucro. ¿Qué significa esto para lograr estos objetivos? ¿De dónde viene la reducción? La respuesta somos todos nosotros. En el estado de Michigan, los códigos de energía establecidos por el estado determinan los niveles mínimos de eficiencia energética para los sistemas de edificios comerciales. Los funcionarios del código local están obligados a hacer cumplir los requisitos energéticos estatales, lo que significa que alcanzar niveles de eficiencia energética más altos que lo que establece el código depende actualmente del propietario del edificio y de los equipos del proyecto. La reducción del uso de energía es esencial para alcanzar los objetivos de emisiones, ya que están directamente relacionados.

El Distrito 2030 de Grand Rapids es un recurso local que ha estado ayudando a los edificios a lograr la eficiencia energética más allá del código desde 2015. El Distrito se ha especializado en eventos educativos y webinars, en la mejora de los recursos, en el trabajo con socios de la industria, en la colaboración con el gobierno y las empresas de servicios públicos, y en la gestión de subvenciones para promover el uso de la energía y la reducción de emisiones.

Logramos estos objetivos trabajando a nivel individual para disminuir el uso de energía en nuestros hogares y edificios, abogando por incentivos gubernamentales y de servicios públicos, y fomentando los objetivos de energía limpia de las empresas de servicios públicos. Juntos, alcanzaremos los objetivos de 2030.

## Esta guía está destinada a:

- Actuar como un recurso localizado y equipar a las empresas y equipos de proyectos de Grand Rapids para que sean líderes comunitarios en eficiencia energética
- Simplificar el proceso de reducción de la carga energética de los edificios para que los objetivos de energía renovable y descarbonización sean alcanzables
- Apoyar a los propietarios/proyectos que intentan alcanzar los objetivos de reducción de emisiones

## ¿Por qué enfocarse en la carga/consumo de energía de los edificios?

- La reducción y gestión de la carga de energía de los edificios ayuda a lograr los objetivos federales, estatales, locales y basados en proyectos al reducir la demanda de energía, reducir el tamaño del sistema y aliviar el estrés en la red. Esto se traduce en menores emisiones de carbono para su edificio.
- Ayuda a reducir el tamaño/carga de los sistemas HVAC, lo que permite considerar múltiples opciones y niveles de eficiencia.
- Ayuda a reducir los costos operativos del edificio, lo que repercute directamente en sus resultados.
- Reduce el tamaño de los paneles solares/energía renovable necesarios para cubrir el uso total de energía.

## Limitaciones

Los números utilizados en esta guía son para estimaciones generales y pueden no ser aplicables a todos los proyectos, ya que los alcances varían ampliamente, pero se pueden usar como base. Los lectores no encontrarán recomendaciones específicas de marcas o fabricantes, sino más bien los estándares que el propietario debe tener en cuenta al elegir un proveedor de servicios o tecnología. La guía está escrita en base a la información que está disponible actualmente en este momento, con el alcance geográfico de Grand Rapids, Michigan. No se trata de una información exhaustiva sobre la energía y el carbono. Pretende ser una guía introductoria para aquellos interesados en reducir la energía y las emisiones de carbono. Está destinado a ser un documento vivo.

# ¿Por qué la gestión de la energía?



LOSEDIFICIOS  
REPRESENTAN

42%

DE LAS EMISIONES DE CO2  
EN ESTADOS UNIDOS

El sector de la construcción representa el 42% de las emisiones de CO2 en los Estados Unidos y la operación de edificios representan el 27%. **La forma en que los edificios utilizan la energía se relaciona directamente con nuestras emisiones de GEI.**

Además de reducir las emisiones, la gestión inteligente de la energía es un negocio inteligente. Tratar la energía como una métrica manejable mantendrá sus gastos generales bajos y su negocio competitivo en el mercado.<sup>7</sup>

Eficiencia energética + Electrificación + Energía renovable

*es la fórmula para alcanzar estos objetivos.*

El sector de edificación desempeñará un papel crucial en la consecución de los objetivos de reducción de energía, ya que los edificios representan una gran parte de las emisiones.

Según Architecture 2030, lograr cero emisiones del parque de edificios existente requerirá **aprovechar los puntos de intervención del edificio** para aumentar la cantidad de mejoras energéticas. Esos puntos de intervención **ocurren en el mismo ciclo que las renovaciones importantes planificadas o las mejoras de capital**. Son momentos en los que integrar medidas de eficiencia energética es clave.<sup>7</sup>



OPERACIONES DE  
EDIFICIOS  
REPRESENTAN

27%

DE LAS EMISIONES DE  
CO2 EN ESTADOS  
UNIDOS

***Nota:** Dada la intensidad de carbono de la red y el costo promedio de la electricidad en Michigan, puede ser más intensivo en carbono y costoso (operativamente) electrificar los equipos en algunos edificios. Por eso son importantes los proyectos de eficiencia energética y la combinación de la electrificación con las energías renovables. Como demuestra la fórmula anterior, cada componente funciona en conjunto. Estamos viendo el éxito de la electrificación en edificios multifamiliares en este momento.<sup>8</sup>*

# Conceptos básicos de gestión de la energía



**Seguimiento de datos**  
Energía y carbono



**Evaluaciones energéticas**



**Implementación de cambios**



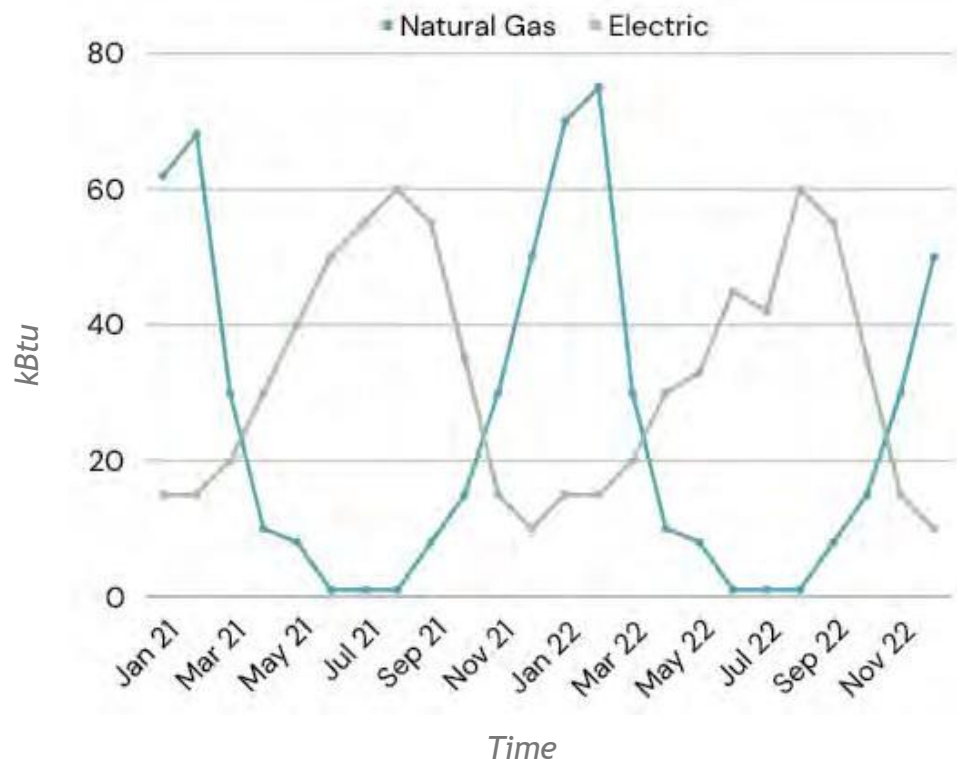
**Verificación de ahorros**

# Evaluación de la línea de base: BENCHMARKING ENERGETICO

## ¿Qué es el benchmarking?

Benchmarking es la práctica de comparar el rendimiento medido de un dispositivo, proceso, instalación u organización consigo mismo, con sus pares o con las normas establecidas, con el objetivo de informar y motivar la mejora del rendimiento. Cuando se aplica al uso de energía de los edificios, el Benchmarking sirve como un mecanismo para medir el rendimiento energético de un solo edificio a lo largo del tiempo, en relación con otros edificios similares, o para simulaciones modeladas de un edificio de referencia construido según un estándar específico (como un código de energía).<sup>9</sup>

*Enlace a la página de benchmarking del Departamento de Energía.*



Benchmarking consiste simplemente en calcular el uso de energía de referencia de su edificio. Dependiendo de la disponibilidad de datos históricos de servicios públicos o de facturas antiguas disponibles, esto puede ser de cualquier año que elijas. Si es la primera vez que realiza una evaluación comparativa, se recomienda reunir al menos 2 años de facturas de gas natural, electricidad, vapor y agua. Puede recopilar más si desea consultar un año determinado para obtener una línea de base, pero DTE y los consumidores generalmente tienen 2 años de datos a mano.

Por lo general, se hace referencia a esta evaluación comparativa en el año calendario en lugar del año fiscal, pero depende de usted y de su organización en las fechas que elija como punto de partida.



# CÓMO COMPARAR

## 1

### Cómo obtener facturas de servicios públicos

En el área de Grand Rapids, puede comunicarse con DTE o Consumers para sus facturas. Si tiene una cuenta en línea a través de cualquiera de las utilidades, normalmente puede descargarlas usted mismo dentro del portal. Si tiene vapor como fuente de combustible, puede comunicarse con Vicinity para obtener información sobre el uso. Puede ponerse en contacto con su proveedor de agua, probablemente la ciudad de Grand Rapids, para obtener datos de uso o obtenerlos de una cuenta en línea.

## 3

### Se han cargado los datos. ¿Y ahora qué?

Una vez cargados los datos, puede obtener la intensidad del uso de energía (EUI), la puntuación ENERGY STAR, la intensidad de los GEI y otras métricas. Empezarás a entender cómo se compara tu edificio con otros edificios del mismo tipo de uso. Las certificaciones ENERGY STAR son más conocidas para los electrodomésticos, pero también puede certificar su edificio. Esta plataforma le dirá si su edificio es elegible para una certificación ENERGY STAR.

Más sobre esto en la página siguiente.

## 2

### Tengo mis facturas, ¿y ahora qué?

Una vez que haya recopilado todos los datos de uso necesarios, estará listo para cargarlos en una hoja de cálculo o en una plataforma en línea. Recomendamos utilizar [ENERGY STAR Portfolio Manager®](#). Es una herramienta gratuita de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y le permite ingresar información detallada de la propiedad y todos los datos de sus servicios públicos. A continuación, te dará métricas y graficará tu uso.<sup>10</sup>

Comience con el kit de inicio de benchmarking<sup>11</sup>

## 4

### Recursos para Benchmarking

Si necesita ayuda adicional para comparar su edificio, el Distrito 2030 de Grand Rapids está disponible para ayudarlo. También puede hablar con profesionales de la energía en el área que ya estén trabajando en un proyecto con usted.

Visite la página del [Servicio automático de Benchmarking de Grand Rapids 2030](#).<sup>12</sup>

# Métricas energéticas importantes

Después de cargar el consumo de energía en el ENERGY STAR Portfolio Manager® podrás ver las métricas de consumo de energía. Estos números te ayudan a entender dónde se compara tu edificio con otros edificios del mismo tipo de propiedad. Las métricas energéticas importantes incluyen la puntuación ENERGY STAR y la intensidad del uso de energía (EUI). El EUI se puede desglosar en EUI de sitio y de origen.

13

Metric	Mar 2022 (Energy Baseline)	Jul 2023 (Energy Current)
ENERGY STAR Score (1-100)	57	64
Source EUI (kBtu/ft <sup>2</sup> )	70.2	64.0
Site EUI (kBtu/ft <sup>2</sup> )	42.2	38.6
Energy Cost (\$)	2,325.52	2,738.63
Total (Location-Based) GHG Emissions Intensity (kgCO <sub>2</sub> e/ft <sup>2</sup> )	3.9	3.5



## Puntuación ENERGY STAR

La puntuación ENERGY STAR es una medida de lo bien que la propiedad tiene un rendimiento relativo a propiedades similares cuando se normaliza para las características climáticas y operativas. La puntuación también tiene en cuenta las horas de funcionamiento y el tamaño del edificio. Esto permite que los edificios en Grand Rapids, Michigan, se comparen fácilmente con los edificios de todo el país.

Las puntuaciones oscilan entre 1 y 100. Para ser elegible para la certificación ENERGY STAR para su propiedad, debe alcanzar una puntuación de 75 o más. Esto lo coloca en el 25% superior para el uso de energía del edificio según su tipo de edificio.<sup>13</sup>

## Intensidad del uso de energía (EUI)

La intensidad de uso de energía (EUI) cuantifica la energía (kBtu) por pies cuadrados. Para calcular su EUI, primero convierta sus unidades de utilidad a kBtu y súmelas. Si está utilizando ENERGY STAR Portfolio Manager®, la plataforma lo hace por usted. Si lo está haciendo manualmente, utilice este recurso (pág. 3) para los factores de conversión. Para contextualizar, un edificio de alto consumo energético suele ser de 300 o más. Los edificios "Zero Net Energy-ready" tienen un EUI de origen de 25. El sitio web de ENERGY STAR muestra las EUI medias por sector del mercado.<sup>13 14 15</sup>





## EUI de Sitio

El EUI del sitio es el uso total de energía de su sitio dividido por los pies cuadrados de su edificio. Se trata de una métrica de intensidad de lo que el edificio consume activamente a nivel de emplazamiento/edificio. Este es el total de uso de energía de sus facturas de servicios públicos y no considera las pérdidas de línea.<sup>13</sup>

## EUI de origen

La energía origen representa la cantidad total de combustible crudo que se requiere para operar el edificio. Incorpora todas las pérdidas de transmisión, entrega y producción. Al considerar todo el uso de energía, la puntuación proporciona una evaluación completa de la eficiencia energética del edificio. De acuerdo con la EPA, "la fuente de energía es la unidad de evaluación más equitativa para comparar diferentes edificios entre sí."<sup>16</sup>

La energía de origen es una gran métrica para usar al comparar sistemas. La Guía de Referencia Técnica de Energía de Energy Star para la Energía de Origen es un ejemplo de ello.<sup>17</sup>

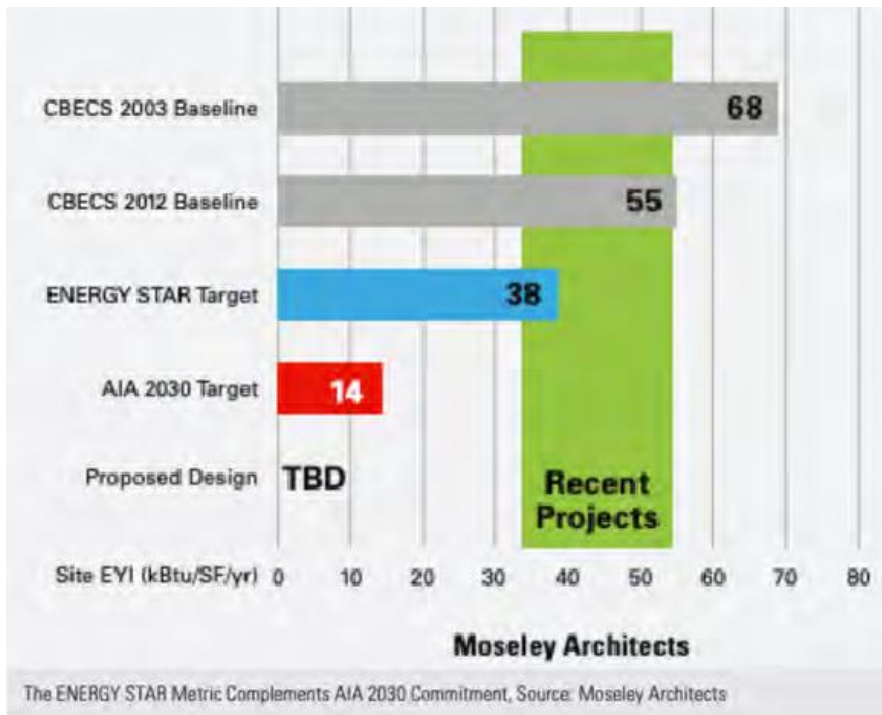


## “Normalizadas por clima”



Tanto la energía de sitio como de origen pueden estar "normalizados por el clima", lo que significa que se considera el clima en su área. Tener en cuenta las fluctuaciones climáticas le permite analizar su uso de energía en igualdad de condiciones. Si su uso aumenta mucho en el verano porque fue más caluroso que un año promedio, esto se tiene en cuenta. Lo mismo puede decirse si necesitara calentar mucho más en invierno debido al frío extremo.<sup>13</sup>

# Objetivos EUI



El objetivo se fijó utilizando la herramienta ENERGY STAR Target Finder, que asigna el objetivo automáticamente en función de una serie de variables (clima, tipo de combustible, horas de funcionamiento, etc.). La barra verde indica el EUI (EUI anual) de otros proyectos recientes, mostrando a los clientes dónde se encuentra su proyecto en comparación.

El establecimiento de objetivos basados en la energía se logra mediante la comprensión de la intensidad de uso de energía (EUI). Los valores objetivo de EUI variarán en función del tipo de edificio, pero la métrica de EUI se puede utilizar en muchos tipos de edificios. Después de realizar un seguimiento de al menos 12 meses de uso de energía, conocerá su EUI y podrá comenzar a realizar evaluaciones comparativas utilizando estas métricas de establecimiento de objetivos. Esto es útil tanto para proyectos de construcción nuevos como para proyectos de construcción existentes.

## Línea de base de CBECS

La Encuesta de Consumo de Energía de Edificios Comerciales (CBECS, por sus siglas en inglés) es una "encuesta nacional de muestra que recopila información sobre el inventario de edificios comerciales de EE. UU., incluidas las características de edificación relacionados con la energía y los datos de uso de energía (consumo y gastos)". Las líneas de base de 2003 y 2012 son dos años de encuesta diferentes para comparar el uso de energía de su edificio. La línea de base de 2003 es la que se utiliza en la meta del Distrito 2030 para la <sup>18</sup> reducción de carbono para 2030.

## ENERGY STAR

El objetivo ENERGY STAR es solamente la puntuación ENERGY STAR que desea que alcance su edificio. Si aspira a la certificación, debe tener al menos 75. Hay edificios específicos que pueden obtener la puntuación y certificación ENERGY STAR. Esa lista se puede encontrar aquí. <sup>13</sup>

## AIA 2030

El Desafío 2030 se puede cumplir estableciendo una línea de base y un objetivo de EUI utilizando Zero Tool, integrando tecnologías y sistemas de eficiencia energética, incorporando energías renovables en el sitio y participando en modelos energéticos iterativos durante todo el proceso de diseño. Visite la Paleta 2030 para conocer estrategias de diseño pasivo de bajo costo o sin costo para lograr la máxima eficiencia energética.

# EUI y Evaluación del Potencial de las Energías Renovables

El objetivo de intensidad de uso de energía (EUI) también es importante cuando se consideran las energías renovables in situ. Este diagrama muestra el camino recomendado para completar la reducción de la carga de energía antes de instalar paneles solares. Primero, selle la envolvente térmica de su edificio, luego aumente la eficiencia del sistema y luego analice el potencial solar. Reducir el tamaño del sistema solar debería reducir el costo del proyecto y podría ayudarlo a mantenerse dentro de las restricciones de tamaño de Consumers Energy.



## Envolvente

La envolvente de su edificio proporciona una barrera térmica para evitar pérdidas de energía. Esto incluye los cimientos, el techo, las paredes, las ventanas y las puertas. Todos estos componentes pueden contribuir a la pérdida de calor. Por lo general, los edificios existentes tienen más dificultades para fijar los cimientos y agregar aislamiento a las paredes. Por lo tanto, la mayoría de las recomendaciones para las mejoras de los envoltentes consisten en ventanas nuevas, burletes y la adición de aislamiento donde sea posible.<sup>21</sup>

## Systems

Los sistemas de Calefacción, refrigeración y ventilación (HVAC) son los que mantienen la temperatura de su edificio confortable, acondicionando el aire de su espacio a la temperatura deseada y manteniendo una buena calidad del aire interior. Estos sistemas incluyen hornos, calderas, unidades de aire acondicionado, unidades de techo, bombas de calor, etc. Estos pueden ser sistemas canalizados, empaquetados o divididos. Las unidades varían según su nivel de eficiencia, fuente de combustible y beneficios. El uso total de energía de su edificio afecta el tamaño de su sistema HVAC (carga de enfriamiento o calefacción requerida del sistema).<sup>22</sup>

# GREENHOUSE GAS EMISIONES

En esta sección se describe la gestión de las emisiones de GEI. Los objetivos enumerados en la introducción mencionan las emisiones y el carbono. Están vinculados, pero pueden ser confusos cuando se usan indistintamente. A continuación, se muestra un desglose de los GEI y la contabilidad específica del carbono.

## Emisiones de gases de efecto invernadero<sup>13</sup>

**Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)** son los gases de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) liberados a la atmósfera por **el consumo de energía** en el edificio.

Las emisiones de GEI se expresan normalmente **en dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e)**, una unidad de medida universal que combina la cantidad y el potencial de calentamiento global de cada gas de efecto invernadero y lo convierte en un valor de carbono equivalente.

Las emisiones se informan en cuatro categorías, cada una está disponible como una cantidad total en toneladas métricas (Toneladas métricas CO<sub>2</sub>e) o como un valor de intensidad en kilogramos por pie cuadrado (kgCO<sub>2</sub>e/ft<sup>2</sup>):

## Contabilidad específica de carbono<sup>23</sup>

*La contabilidad del carbono se divide en tres grupos de alcance que se enfocan en las emisiones directas e indirectas.*

**Alcance 1** incluye las emisiones directas (GEI) que se producen a partir de fuentes controladas o propiedad de una organización (por ejemplo, las emisiones asociadas con la combustión de combustible en calderas, hornos, vehículos).

**Alcance 2** Las emisiones son indirectas y están asociadas con la compra de electricidad, vapor, calor o refrigeración. Ocurren físicamente en la instalación de generación, pero se contabilizan en el inventario de GEI de una organización, ya que están relacionados con el uso del edificio.

**Alcance 3** es una categoría que permite todas las demás emisiones indirectas. Las emisiones de alcance 3 son una consecuencia de las actividades de la empresa, pero se producen a partir de fuentes que no son propiedad ni están controladas por la empresa. Algunos ejemplos incluyen la extracción y producción de materiales comprados; transporte de combustibles comprados; y uso de los productos y servicios vendidos.

## Carbono operativo vs. carbono incorporado<sup>24</sup>

En lo que respecta a los edificios, **el carbono incorporado** se refiere a los GEI de los **materiales de construcción** (la fabricación, el transporte, la instalación, el mantenimiento y la eliminación). El **carbono operativo** se refiere a los GEI del **consumo de energía de los edificios**. El carbono operativo se puede medir/convertir fácilmente a partir del uso de energía del edificio. El carbono incorporado requiere un valor de carbono de cada paso para los materiales de construcción.

# CÓMO CALCULAR

## 1

### Referencia de uso de energía de referencia (ver página 5&6)

Las emisiones se pueden calcular a partir del uso de combustible cuando el monitoreo inmediato no es práctico. Si ha evaluado el consumo de energía de su edificio, es fácil obtener su número anual de CO<sub>2</sub>e. ENERGY STAR Portfolio Manager® le dará este número en el Resumen de métricas. También puede ingresar los datos de combustible en la [Calculadora de equivalencias de gases de efecto invernadero de La EPA.](#)<sup>25</sup>

## 3

### ¿Cómo se compara mi edificio con otros edificios?

A diferencia de las métricas energéticas, los datos de carbono siguen siendo una métrica emergente para medir el rendimiento de un edificio. Actualmente, no existe una forma estándar de comparar las emisiones de carbono de su edificio con las de edificios de uso similar. En el horizonte está la certificación EPA ENERGY STAR NextGen, que incorpora gases de efecto invernadero y energía renovable.<sup>26</sup>

Es importante establecer una referencia para establecer su propia línea de base para la comparación.

## 2

### Métricas a utilizar<sup>13</sup>

**GEI totales** - gases de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) liberados a la atmósfera por el consumo de energía en el edificio.

**Intensidad de gases de efecto invernadero (GHGi en inglés): el total de GEI por pie cuadrado.**

**CO<sub>2</sub>e (dióxido de carbono equivalente):** unidad de medida universal que combina la cantidad y el potencial de calentamiento global de cada gas de efecto invernadero y lo convierte en un valor equivalente de carbono.

## 4

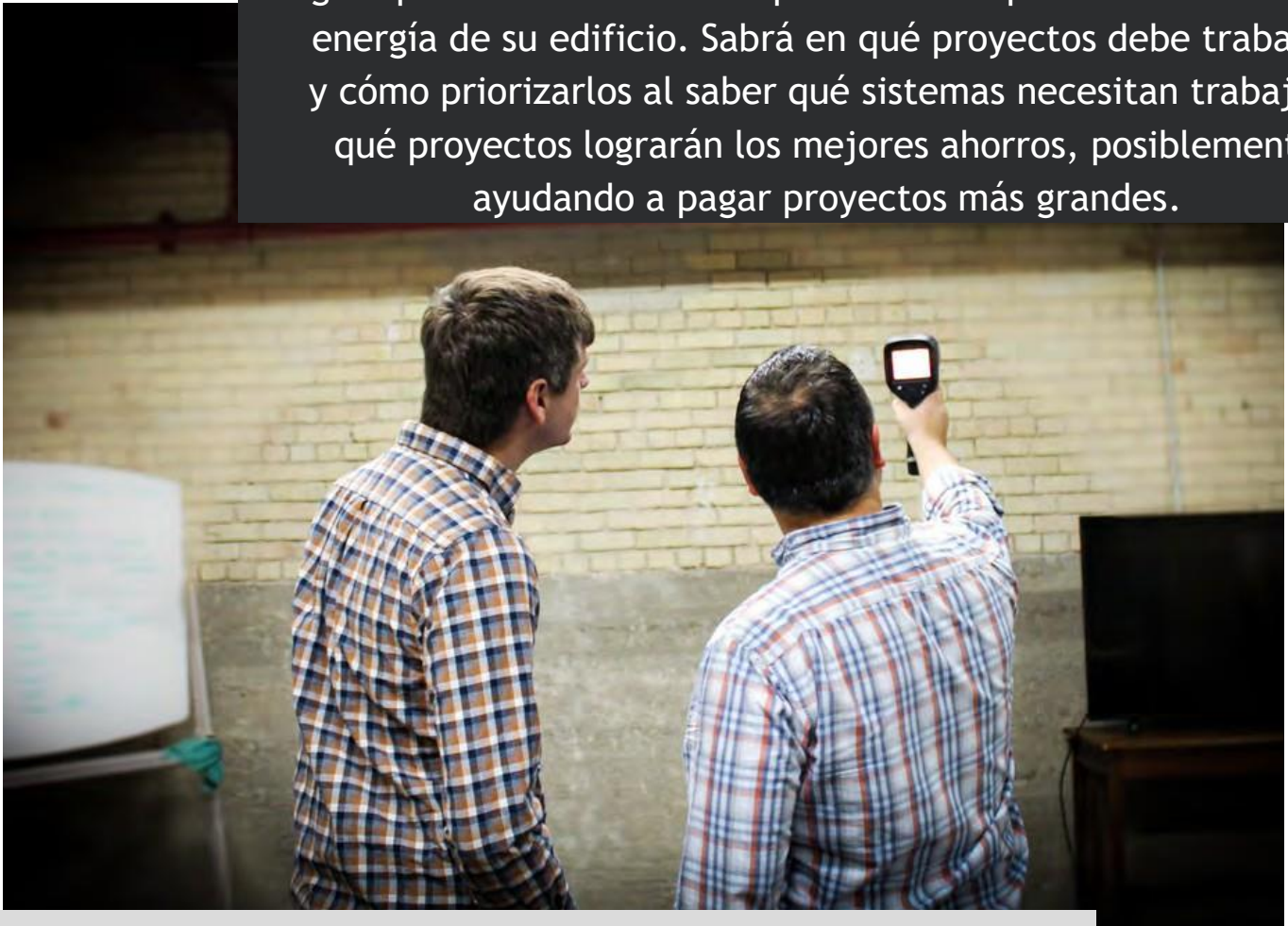
### ¿Qué plataformas pueden ayudarme a gestionar el carbono?

- ♦ ENERGY STAR Portfolio Manager® (ESPM)<sup>10</sup>
- ♦ Protocolo de GEI<sup>23</sup>
- ♦ Calculadora de la Agencia de Protección Ambiental (EPA)<sup>25</sup>

# EVALUACIONES ENERGÉTICAS DE EDIFICIOS

*También conocido como Auditorías Energéticas*

Después de la evaluación comparativa (Benchmarking), podría ser el momento de realizar un recorrido/auditoría/evaluación de la energía. Este es un gran paso si desea una comprensión más profunda del uso de energía de su edificio. Sabrá en qué proyectos debe trabajar y cómo priorizarlos al saber qué sistemas necesitan trabajo y qué proyectos lograrán los mejores ahorros, posiblemente ayudando a pagar proyectos más grandes.



## ¿Qué es una auditoría energética?

Una auditoría energética es un análisis de un edificio que indica cómo se puede reducir el consumo de energía y los costes. Su conocimiento puede conducir a ahorros significativos en la factura de servicios públicos de su empresa y en la operación y mantenimiento (O&M). Las auditorías pueden proporcionar un mapa detallado de su uso de energía, revelar patrones de uso de energía e identificar oportunidades de ahorro.



# ¿Cuáles son los diferentes tipos de auditoría y opciones de evaluación de edificios?

## PRELIMINAR

## NIVELES DE AUDITORÍA DE ASHRAE <sup>27</sup>

### *Preliminar* *Análisis del uso de la energía:*

- La auditoría energética más básica
- Análisis del uso y los costos históricos de energía.
- La base comparativa del uso de energía se establece
- Puede hacerlo por si solo

### *Nivel 1* *Análisis de recorrido:*

- El punto de partida básico para la optimización energética de los edificios
- Implica entrevistas con personal selecto de la instalación
- Una revisión de las facturas de servicios públicos u otros datos operativos
- Un recorrido por las instalaciones
- El objetivo es identificar las áreas evidentes de ineficiencia energética.
- Los datos se compilan y se utilizan para completar un informe preliminar que detalla las medidas de bajo costo y sin costo y las posibles mejoras de capital para su posterior estudio en auditorías posteriores.

### *Nivel 2* *Encuesta y análisis de energía:*

- Cálculos energéticos detallados y análisis financiero de las medidas de eficiencia energética propuestas.
- El consumo de energía se desglosa por uso final, identificando las áreas que presentan las mayores oportunidades de eficiencia.
- Las tarifas de los servicios públicos se analizan para determinar si hay oportunidades de cambio de tarifas.
- Se entrevista a los principales representantes de los edificios para obtener información sobre las características operativas del edificio, las posibles áreas problemáticas y para definir los objetivos financieros y no financieros de la auditoría.

### *Nivel 3* *Análisis de Modificaciones Intensas en Capital:*

- Análisis de ingeniería de los proyectos potenciales intensivos en capital identificados en el Análisis de Nivel 2 de ASHRAE.
- Recopilación de datos de campo más detallada y análisis más rigurosos.
- Los datos existentes de los servicios públicos se complementan con la medición de los principales sistemas consumidores de energía y el seguimiento de las características operativas de esos sistemas.

Este nivel de detalle es adecuado para obtener una línea de base para su construcción y establecer objetivos.

Este nivel de detalle es adecuado para priorizar los proyectos de eficiencia energética y evaluar si es necesaria una auditoría más detallada.

Este nivel de detalle es adecuado para justificar la ejecución del proyecto.

Este nivel de detalle suele reservarse para edificios comerciales e industriales complejos.

# Cómo obtener una evaluación energética

OPCIÓN	VISIÓN GENERAL	DETALLES
Autoevaluación	Para una autoevaluación, recopile de 12 a 24 meses de datos de servicios públicos y cárguelos en una hoja de cálculo o en un programa de evaluación comparativa como ENERGY STAR Portfolio Manager® (ESPM). El uso de ESPM le permite introducir otra información de características del edificio. También se recomienda organizar una lista de sistemas de climatización y tipos de iluminación. Otra herramienta es la <a href="#">plantilla de auditoría del DOE</a> . <sup>10 28</sup>	Ofrece una visión general de sus instalaciones e identificará las frutas que están al alcance de la mano.
Trabaje con sus servicios públicos	<p><a href="#">Consultoría Energética Empresarial DTE</a><sup>29</sup></p> <p><a href="#">Consulta gratuita con un Asesor de Energía de Consumers Energy</a><sup>30</sup></p>	Ofrece una visión general de sus instalaciones e identificará las frutas que están al alcance de la mano.
Asociación de Pequeñas Empresas de Michigan	La Asociación de Pequeñas Empresas de Michigan ofrece evaluaciones de energía gratuitas para sus miembros. Dan servicio a empresas dentro de los territorios de DTE y Consumers Energy con 500 empleados o menos. Puede participar en este programa si tiene una o ambas cuentas de servicios públicos con DTE o Consumers Energy. <sup>31</sup>	SBAM realiza un ASHRAE "Nivel 1.5" auditoría. Se fijan en Iluminación, aislamiento, techos, ventanas, compresores y opciones de financiación de proyectos.
Contrata a un auditor	Es importante seleccionar al consultor/auditor adecuado. Para obtener una lista de los socios profesionales de Grand Rapids 2030 que son expertos en energía y reducción de carbono, visite la página de miembros del Distrito de Grand Rapids 2030 en el sitio web. <sup>32</sup>	Los auditores privados pueden realizar cualquier tipo de auditoría, desde un tutorial hasta una de 1,5 a un nivel 3.

Después de haber evaluado todos sus datos, podrá ver cómo se compara su edificio con otros edificios de tipo de uso similar. También puedes ver cuáles de tus edificios son los de peor rendimiento. Le permite programar la auditoría que tenga más sentido para cada edificio. También le permite hacer preguntas informadas a lo largo del camino.

La principal razón por la que las personas contratan a un auditor privado en lugar de un servicio gratuito es por el análisis en profundidad para el que el propietario de un edificio o el administrador de instalaciones podrían no tener el tiempo o la experiencia. Algunos auditores también ofrecen proyectos llave en mano que resultan de la auditoría.

# Other Options for Building Assessments

## RETRO COMMISSIONING



La puesta en marcha posterior es otro enfoque de la gestión de la energía, que se centra en los controles más que en la sustitución de equipos. Puede beneficiarse de este servicio si tiene un sistema de gestión de edificios con problemas de ajuste.

Consulte los requisitos de elegibilidad para el Programa de Retro-Puesta en Marcha de DTE (RCx) y el Programa de Energía para Consumidores <sup>34 35</sup>

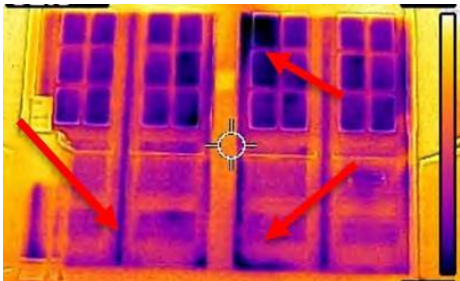
## GESTIÓN ESTRATÉGICA DE LA ENERGÍA



SEM está diseñado para ayudar a los grandes clientes comerciales e industriales a mejorar continuamente su rendimiento energético y reducir el desperdicio de energía. DTE ofrece soporte técnico e incentivos financieros a los clientes calificados. Nota: la disponibilidad es por orden de llegada.

[Enlace a Pagina Web DTE](#) <sup>36</sup>

## PRUEBAS DE EDIFICACIÓN



[Blower Door/Air Leakage Testing](#) (Prueba de fugas de aire/puerta del soplador)- Este proceso es muy similar a las pruebas de puertas de soplado residenciales, pero utiliza más ventiladores y tal vez varias puertas de soplador. <sup>37</sup>

[Thermal Imaging \(Imágenes Térmicas\)](#)- Este proceso también se utiliza para ver los mayores diferenciales de temperatura, evaluando las fugas de aire. <sup>38</sup>

## AUDITORÍA DE AIRE COMPRIMIDO



Si Utilizas aire comprimido en tus instalaciones, esta opción es para ti. Las fugas a menudo pueden desperdiciar hasta un 20%-30% de la potencia del compresor.

[Enlace a la hoja informativa del Departamento de Energía de EE. UU.](#) <sup>39</sup>

40 41

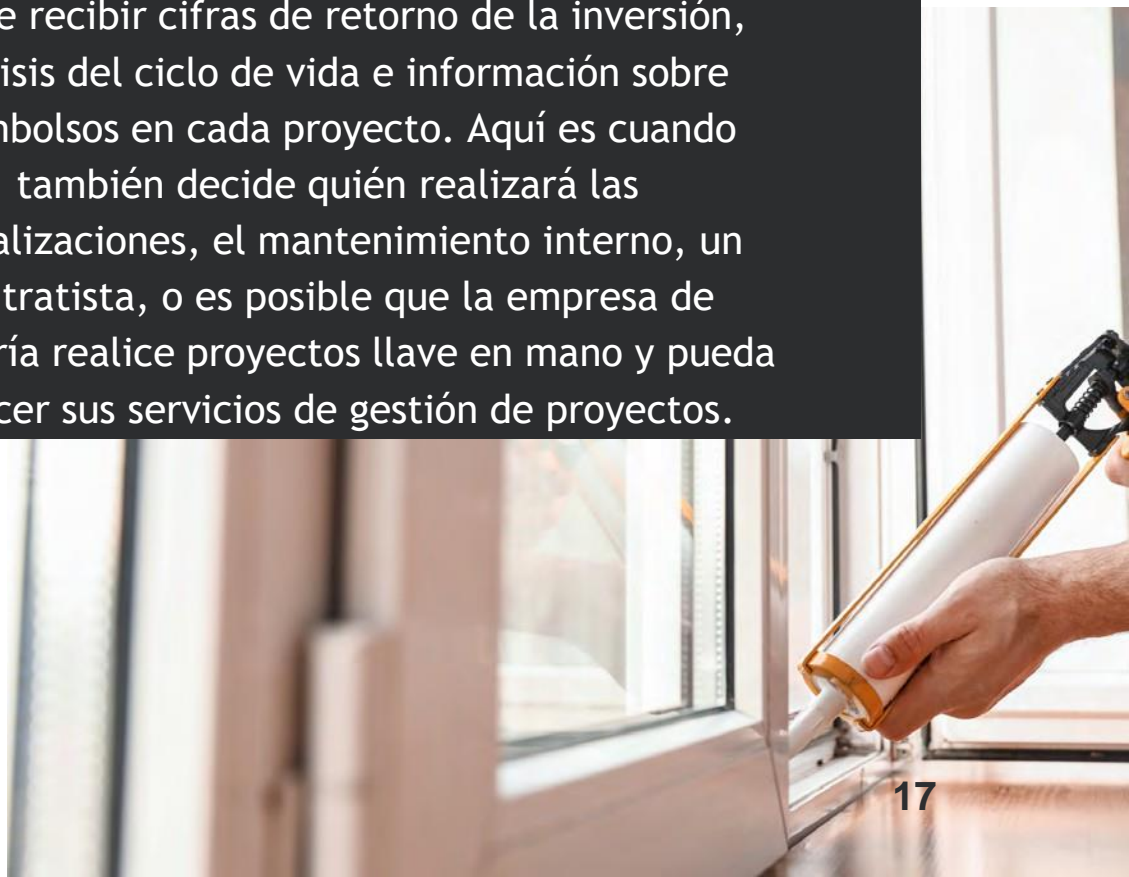
[Enlaces a reembolsos a través de Consumers Energy y DTE](#)

# DESPUÉS DE LA AUDITORÍA

*Implementación de medidas de conservación de energía*



Después de la auditoría, es hora de implementar las medidas de conservación de energía recomendadas. A través de este proceso, obtendrá una lista priorizada de proyectos de conservación de energía. Dependiendo del nivel de detalle, puede recibir cifras de retorno de la inversión, análisis del ciclo de vida e información sobre reembolsos en cada proyecto. Aquí es cuando también decide quién realizará las actualizaciones, el mantenimiento interno, un contratista, o es posible que la empresa de auditoría realice proyectos llave en mano y pueda ofrecer sus servicios de gestión de proyectos.



# 5

## Medidas energéticas a considerar



### ILUMINACIÓN

- ◆ LEDs
- ◆ Con la frecuencia con la que se usan las luces y, a menudo, se dejan encendidas, los LED pueden proporcionar importantes ahorros de energía

### CONTROLES DE EDIFICIOS

- ◆ Sensores de ocupación/desocupación para equipos de iluminación o climatización
- ◆ Ventilación con control de demanda
- ◆ Ampliar las bandas de consigna de temperatura
- ◆ Asegúrese de que los controles coincidan con los puntos de ajuste



### SYSTEM EFFICIENCIES

- ◆ Si es hora de actualizar su equipo HVAC, considere aumentar la eficiencia de la unidad. De lo contrario, su equipo podría beneficiarse de una puesta a punto.
- ◆ Las bombas, los ventiladores, los variadores de frecuencia, los motores y los refrigerantes pueden afectar a la eficiencia de su equipo
- ◆ Elija electrodomésticos con clasificación ENERGY STAR



### BUILDING ENVELOPE

- ◆ Climatización
- ◆ Aislamiento
- ◆ Ventanas
- ◆ Techos
- ◆ Sellado de fugas
- ◆

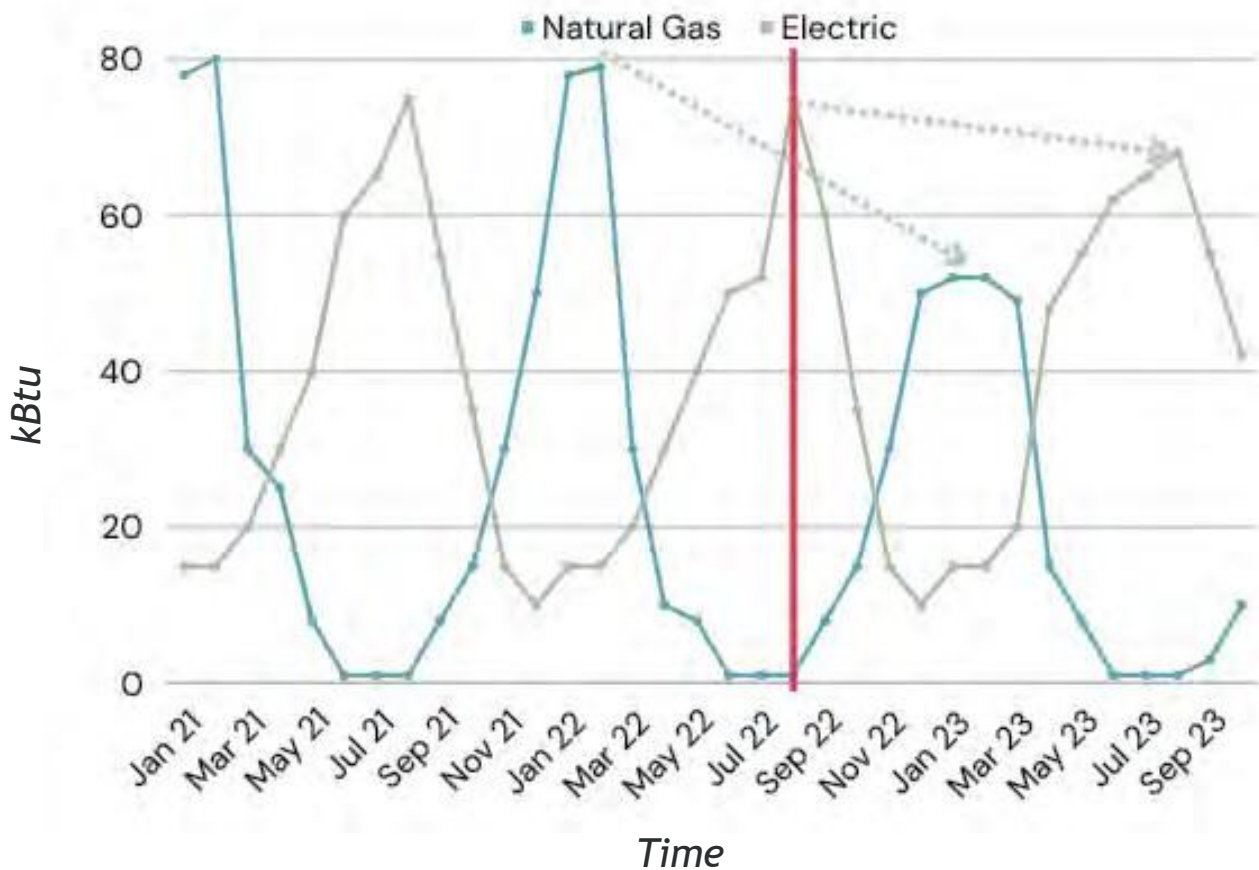


### ENERGÍA RENOVABLE

Considere la posibilidad de instalar generación renovable in situ, como bombas de calor geotérmicas o energía solar.



# VERIFICACIÓN DE AHORROS



## — Implementación de ECMs

Después de implementar una Medida de Conservación de Energía (ECM por sus siglas en inglés), debería ver ahorros en el uso de energía y los costos de la factura de servicios públicos. Es por eso que la evaluación comparativa de su edificio es tan importante, puede establecer objetivos y ver los ahorros después de tomar medidas.

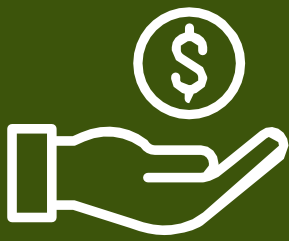
El gráfico anterior ejemplifica la evaluación comparativa de la energía, señalando dónde se implementaron los ECM. Es posible que vea lo mismo con un gráfico de costo frente a tiempo.

# El Ciclo de la Eficiencia Energética



Es importante vigilar su consumo de energía, incluso después de completar una auditoría e implementar los elementos de acción recomendados. No se puede gestionar lo que no se mide.

PROYECTOS	FRECUENCIA	DETALLES
<b>Benchmark</b>	Al menos una vez al año	Puede realizar un seguimiento del uso de energía con la frecuencia que desee, pero debe realizar una evaluación comparativa o analizarla al menos una vez al año.
<b>Seguimiento de carbono</b>	Al menos una vez al año (con Energía).	Su huella de carbono se puede calcular a partir de su uso de energía. Es por eso que el benchmarking energético es tan importante para analizar las emisiones.
<b>Auditoría energética u otras evaluaciones</b>	Cuando note tendencias crecientes cada 10 años	Las auditorías energéticas no son necesarias todos los años. El seguimiento regular del uso de energía y la eficiencia del sistema evitan que tenga que auditar su edificio con frecuencia.



# Recursos Financieros

## DESCUENTOS



Un reembolso es una devolución en efectivo después de que se completa una medida de conservación. Hay que mostrar una prueba del cambio y del ahorro energético. Consumers Energy y DTE tienen programas de reembolso. Algunas empresas de servicios públicos municipales también tienen sus propios programas, pero pueden diferir del CE y el DTE en lo que incentivan. Los reembolsos generalmente se otorgan por medidas que generan ahorros más allá de los mandatos del código de energía.

### Consumers Energy

- [Reembolsos comerciales e industriales](#)
- [Página Multifamiliar y Catálogo Multifamiliar](#)
- [Reembolsos para pequeñas empresas](#)

### DTE

- [Reembolsos comerciales e industriales](#)
- [Multifamiliar](#)
- [Reembolsos para pequeñas empresas](#)

## IRA & INCENTIVOS FISCALES

La Ley de Reducción de la Inflación agregó y amplió los créditos fiscales federales y los incentivos relacionados con la eficiencia energética y las energías renovables.

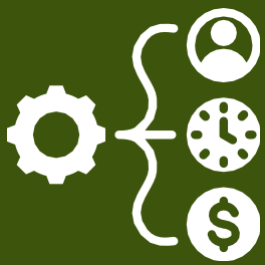
- [179D](#) - "Permite a los propietarios de edificios reclamar una deducción fiscal por la instalación de sistemas calificados en edificios"
- [Créditos y deducciones para empresas y otras entidades](#)
- [Créditos y deducciones bajo la Ley de Reducción de la Inflación de 2022](#)
- [Deducción por edificios comerciales energéticamente eficientes](#)



## OTHER

- [MI Saves](#)
- [Lean & Green MI - Propiedad Evaluada Energía Limpia \(PACE\)](#)
- [USGBC - WM Lista compilada de oportunidades de financiación](#) [Página](#)
- [EGLE Página de Oportunidades de Financiamiento](#)
- [Base de Datos de Incentivos Estatales para Energías Renovables y Eficiencia® \(DSIRE\)](#) **21**





# Recursos Generales

## BENCHMARKING ENERGÉTICO

- ♦ [ENERGY STAR Portfolio Manager® Getting Started Kit](#)
- ♦ [Portfolio Manager YouTube Demonstration Series](#)



## ENTENDIENDO LAS EMISIONES

- ♦ [USGBC-WM Zero Carbon Resource Page](#)
- ♦ [EPA - Overview of GHGs](#)
- ♦ [EPA - Carbon Equivalencies Calculator](#) [ENERGY STAR](#)
- ♦ [GHG Technical Reference](#)

## CERTIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Hay muchas certificaciones de construcción ecológica disponibles como LEED, WELL, ILFI, Passive House, EnergyStar, etc.

Aquí hay una breve lista de Estándares de Construcción Ecológica Además, echa un vistazo al Caso de Negocio para Edificios Verdes.



## AUDITORES ENERGÉTICOS LOCALES

[GR2030 Lista de Socios Profesionales](#)

# Referencias

1. The 2030 Challenges – Architecture 2030. (n.d.). [www.architecture2030.org](http://www.architecture2030.org). Consultado el 20 de marzo, 2024, de <https://www.architecture2030.org/the2030challenges/>
2. ICELI - Gobiernos Locales por la Sostenibilidad EE.UU.; Grand Rapids, MI 2019 Inventario de emisiones de GEI de las operaciones comunitarias y gubernamentales
3. MI HEALTHY CLIMATE PLAN. 2022. <https://www.michigan.gov/egle/about/organization/climate-and-energy/mi-healthy-climate-plan>
4. IPCC, 2018: Anexo I: Glosario [Matthews, J.B.R. (ed.)]. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Informe especial sobre los efectos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias conexas de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del fortalecimiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos para erradicar la pobreza [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 541-562, doi:10.1017/9781009157940.008.
5. “¿Qué es la neutralidad de carbono y cómo se puede lograr para 2050?? | Topics | European Parliament.” Www.europarl.europa.eu, 3 Oct. 2019, [www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20190926STO62270/what-is-carbon-neutrality-and-how-can-it-be-achieved-by-2050](http://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20190926STO62270/what-is-carbon-neutrality-and-how-can-it-be-achieved-by-2050).
6. “Los Retos 2030 – Arquitectura 2030.” Wwww.architecture2030.org, [www.architecture2030.org/the2030challenges/](http://www.architecture2030.org/the2030challenges/).
7. “Acciones de Edificios Existentes – Arquitectura 2030.” Wwww.architecture2030.org, [www.architecture2030.org/existing-building-actions/](http://www.architecture2030.org/existing-building-actions/).
8. Sobre la base de conversaciones con el Professional Partner Group. Enlace a la información de egrid: <https://www.epa.gov/egrid/maps>
9. “Benchmarking Uso de energía en edificios.” Energy.gov, [www.energy.gov/scep/slsc/building-energy-use-benchmarking](http://www.energy.gov/scep/slsc/building-energy-use-benchmarking).
10. “ENERGY STAR Portfolio Manager: Login.” Portfoliomanager.energystar.gov, portfoliomanager.energystar.gov/pm/login?testEnv=false.
11. “Comience con el kit de inicio de evaluación comparativa | ENERGY STAR.” Wwww.energystar.gov, [www.energystar.gov/buildings/benchmark/get-started](http://www.energystar.gov/buildings/benchmark/get-started).
12. Servicio Automatizado de Benchmarking Energético - Grand Rapids. 28 Aug. 2023, [2030districts.org/grandrapids/gr2030-automated-energy-benchmarking-service/](http://2030districts.org/grandrapids/gr2030-automated-energy-benchmarking-service/). Accessed 20 Mar. 2024
13. “ENERGY STAR Portfolio Manager.” Portfoliomanager.energystar.gov, portfoliomanager.energystar.gov/pm/glossary.
14. “ENERGY STAR Portfolio Manager.” Referencia Técnica Conversiones de Energía Térmica
15. “¿Qué es la intensidad del uso de energía?(EUI)? | ENERGY STAR.” Wwww.energystar.gov, [www.energystar.gov/buildings/benchmark/understand-metrics/what-eui](http://www.energystar.gov/buildings/benchmark/understand-metrics/what-eui).
16. “La diferencia entre la energía de origen y de sitio| ENERGY STAR.” Wwww.energystar.gov, [www.energystar.gov/buildings/benchmark/understand-metrics/source-site-difference#:~:text=EPA%20has%20determined%20that%20source](http://www.energystar.gov/buildings/benchmark/understand-metrics/source-site-difference#:~:text=EPA%20has%20determined%20that%20source). Accessed 20 Mar. 2024.
17. “ENERGY STAR Portfolio Manager.” Fuente Técnica de Referencia Energía
18. “Administración de Información Energética(EIA)- sobre la Encuesta de Consumo de Energía de Edificios Comerciales (CBECS).” Wwww.eia.gov, [www.eia.gov/consumption/commercial/about.php](http://www.eia.gov/consumption/commercial/about.php).
19. “El compromiso de AIA 2030.” Wwww.aia.org, [www.aia.org/design-excellence/climate-action/zero-carbon/2030-commitment](http://www.aia.org/design-excellence/climate-action/zero-carbon/2030-commitment).
20. EUI reduction target graphic - [www.usgbcwm.org](https://www.usgbcwm.org)
21. <https://betterbuildingsolutioncenter.org/building-envelope>

# Referencias

22. <https://www.epa.gov/iaq-schools/heating-ventilation-and-air-conditioning-systems-part-indoor-air-quality-design-tools#SelectionofHVACEquipment>
23. Un estándar corporativo de contabilidad y presentación de informes: el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. 1500  
<https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>
24. Foro de Liderazgo del Carbono. “1 - Embodied Carbon 101.” Carbon Leadership Forum, 1 Dec. 2020, [carbonleadershipforum.org/embodied-carbon-101/](http://carbonleadershipforum.org/embodied-carbon-101/).
25. EPA. “Calculadora de equivalencias de gases de efecto invernadero| US EPA.” US EPA, 19 Feb. 2019, [www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator](http://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator).
26. “ENERGY STAR NextGen Criteria | ENERGY STAR.” Wwww.energystar.gov, [www.energystar.gov/buildings/tools-and-resources/energy-star-nextgen-criteria](http://www.energystar.gov/buildings/tools-and-resources/energy-star-nextgen-criteria). A
27. ASHRAE Audits: <https://www.betterbuildingsbc.ca/faqs/what-are-ashrae-energy-audits/>
28. “Plantilla de auditoría/puntuación de activos energéticos de edificios | Hogar.” Buildingenergyscore.energy.gov, [buildingenergyscore.energy.gov/](http://buildingenergyscore.energy.gov/). Accessed 22 Mar. 2024.
29. “Evaluación de pequeñas empresas| DTE Energy.” Wwww.dteenergy.com, [www.dteenergy.com/us/en/business/energy-efficiency/getting-started/Small-Business-Assessment.html](http://www.dteenergy.com/us/en/business/energy-efficiency/getting-started/Small-Business-Assessment.html).
30. “Reembolsos y descuentos comerciales| Consumers Energy.” Wwww.consumersenergy.com, [www.consumersenergy.com/business/rebates-and-discounts](http://www.consumersenergy.com/business/rebates-and-discounts).
31. “Soluciones Energéticas.” SBAM | Small Business Association of Michigan, [www.sbam.org/members/benefits/save-money-on-expenses/energy-solutions/](http://www.sbam.org/members/benefits/save-money-on-expenses/energy-solutions/).
32. Members - Grand Rapids. 10 Jan. 2023, [2030districts.org/grandrapids/members/](http://2030districts.org/grandrapids/members/).
33. “Página de Recursos de Auditoría Energética.” USGBC West Michigan Chapter, 8 Feb. 2018, [www.usgbcwm.org/blog/small-business-energy-assistance-program/](http://www.usgbcwm.org/blog/small-business-energy-assistance-program/).
34. “Programa de Retro-Puesta en Marcha| DTE Energy.” Wwww.dteenergy.com, [www.dteenergy.com/us/en/business/energy-efficiency/getting-started/Specialty-Programs/Retro-Commissioning-Program.html](http://www.dteenergy.com/us/en/business/energy-efficiency/getting-started/Specialty-Programs/Retro-Commissioning-Program.html).
35. “Programas de Retro-Commissioning| Consumers Energy.” Wwww.consumersenergy.com, [www.consumersenergy.com/business/energy-efficiency/special-programs/smart-buildings?utm\\_source=retrocommissioning&utm\\_medium=vanity-url&utm\\_campaign=eepprograms&utm\\_content=retrocommissioning](http://www.consumersenergy.com/business/energy-efficiency/special-programs/smart-buildings?utm_source=retrocommissioning&utm_medium=vanity-url&utm_campaign=eepprograms&utm_content=retrocommissioning).
36. “Gestión Estratégica de la Energía| DTE Energy.” Wwww.dteenergy.com, [www.dteenergy.com/us/en/business/energy-efficiency/getting-started/Specialty-Programs/Strategic-Energy-Management-Program.html](http://www.dteenergy.com/us/en/business/energy-efficiency/getting-started/Specialty-Programs/Strategic-Energy-Management-Program.html).
37. “Pruebas de puertas de sopladores.” Energy.gov, 2019, [www.energy.gov/energysaver/blower-door-tests](http://www.energy.gov/energysaver/blower-door-tests).
38. “Inspecciones termográficas.” Energy.gov, [www.energy.gov/energysaver/thermographic-inspections#:~:text=Thermography%20uses%20specially%20designed%20infrared](http://www.energy.gov/energysaver/thermographic-inspections#:~:text=Thermography%20uses%20specially%20designed%20infrared).
39. “Consejos de energía - Aire comprimido.” U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy.
40. “Reembolsos de aire comprimido| Consumers Energy.” Wwww.consumersenergy.com, [www.consumersenergy.com/business/rebates-and-discounts/compressed-air-rebates](http://www.consumersenergy.com/business/rebates-and-discounts/compressed-air-rebates).
41. “DTE - Menos fugas, más ahorros”  
<https://www.dteenergy.com/content/dam/dteenergy/deg/website/business/energy-efficiency/pdf/DTE-Find-Fix-Compressed-Air-Factsheet-2023.pdf>

