

EFICIENCIA ENERGÉTICA NOMBRE DEL CO-BENEFICIO: AHORRO MONETARIO
Introducción y descripción del co-beneficio
Las medidas de eficiencia energética (MEE), pueden obtener un co-beneficio económico por el mejor uso y consumo de la energía de los sistemas, traducido en un pago evitado hacia el suministrador de energía eléctrica (expresado en pesos mexicanos), derivado de la reducción del consumo eléctrico del usuario, como resultado de medidas tipo T, M o C¹. Las MEE contempladas dentro del POV en el sistema de iluminación incluyen: • Limpieza de luminarias (M) • Fomento de ahorro mediante señalética (C) • Apagado de luces en oficinas sin ocupación de personal (C) • Desconexión de carga en iluminación (C) • Utilización de luz natural (C) • Cambio de tecnología (T) • Instalación de sensores de movimiento en baños (T)
METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN NIVEL 1 (<i>HERRAMIENTA ONLINE</i>)²
Esta metodología se plantea con dos alcances, el primero involucra un método a partir del consumo total del usuario¹ (método agregado) y el segundo, a partir del consumo por el sistema intervenido con una acción de EE (método diferenciado). Para consultar la descripción del método diferenciado, consultar la sección de la <i>Herramienta descargable</i>. Método agregado Este método se desarrolla para la Herramienta online y se basa en la Opción C del IPMVP que abarca toda la instalación y es comúnmente utilizado para programas de gestión de la energía con múltiples MEE. Con esta opción se determinan los ahorros que se logran con todas las MEE de forma colectiva. Este método se basa en el concepto de intensidad energética (SENER, 2019), que si bien, es un concepto económico, para este caso se plantea en función de una variable de actividad. Este método cuantifica el ahorro monetario anual, en función de los ocupantes de la energía. Esta metodología considera que el usuario mantiene un número de ocupantes constante a lo largo del tiempo. Asimismo, considera que el usuario de la Herramienta no conoce los parámetros de consumo por uso de energía en sus instalaciones ni las especificaciones técnicas de los equipos que intervienen en la MEE. Este co-beneficio se puede cuantificar con el método agregado si se conocen los consumos de energía mensuales del EB y los datos respectivos de al menos el primer año de funcionamiento de la MEE, así como los precios promedio mensuales de ambos escenarios. Las variables para la cuantificación son: • Consumo de energía en el año base. • Consumo de energía por ocupante.

¹ Tipo T, cambios tecnológicos. Tipo M, medidas de mantenimiento. Tipo C, cambios de comportamiento en el consumo de energía.

² **Método agregado.** Este método utiliza el enfoque de Toda la instalación, opción C, del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño – IPMVP, 2016.

- Costo del consumo de energía en el EB.
- Costo del consumo de energía en el EMEE.

Las consideraciones relevantes para la aplicación del método (armonizado con la opción C del IPMVP) son³:

- La selección del periodo de cuantificación debe ser de un ciclo de operación normal.
- La línea base debe considerar los datos de los máximos consumos y máximas demandas.
- El periodo de la línea base y del escenario de EE debe ser de la misma extensión, un año, por ejemplo. Al periodo del EMEE se le conoce como periodo demostrativo de ahorro.
- A la línea base se le pueden aplicar ajustes de rutina, esto significa normalizar la curva con base en parámetros físicos (p. ej. el clima o volumen de producción), de acuerdo con la ubicación o actividad del usuario. Estos ajustes dependen de variables que afectan el consumo. Para realizar estos ajustes en la línea base, es necesario contar con los datos representativos en el mismo periodo y en la misma cantidad de datos de línea base. Se pueden usar técnicas de comparación simple o análisis de regresión.
- También se deben monitorear los factores que no cambian y que por lo tanto el consumo no se ve afectado debido a estos factores (p. ej. el número de ocupantes). Si estos factores cambian, se deben realizar los ajustes correspondientes en la entrada de datos (ajustes no rutinarios). Si se realizan este tipo de cambios, la línea base debe ser ajustada bajo los mismos parámetros (p. ej. Considerar el mismo número de ocupantes en el escenario base que en el escenario con la MEE).

FÓRMULA

$$AM = n \times PPME_i \times PP \times (IC_{i,EB} - IC_{i,EMEE})$$

$$IC_{i,EB} = \frac{CE_{i,EB}}{PP}$$

$$IC_{EMEE} = \frac{CE_{i,EMEE}}{PP}$$

Dónde:

- n Periodo demostrativo de ahorro en meses desde $i=1$, adimensional
- PP Número de ocupantes en la instalación, adimensional
- $CE_{i,EB/EMEE}$ Consumos de energía en el mes i del EB/EMEE, [kWh]
- $PPME$ Precio ponderado mensual de la energía en el mes i , [\$/kWh]
- $IC_{EB/EMEE}$ Índice de consumo de energía del mes i en el EB(EMEE, [kWh/persona]
- $IC_{EB/EMEE}$ Índice de consumo de energía del mes i en el EB/EMEE, [kWh/persona]

DATOS DE ENTRADA

El usuario de la Herramienta online debe proporcionar los datos siguientes:

- Periodo demostrativo de ahorro en meses desde $i=1$, adimensional
- Número de ocupantes en la instalación, adimensional
- Consumos de energía en el mes i del EB/EMEE, [kWh]
- Precio ponderado mensual de la energía en el mes i , [\$/kWh]

³ IPMVP, 2016.

DATOS DE SALIDA

El 'ahorro monetario' se obtiene en unidades de dinero y en cantidad proporcional a la diferencia de los consumos en el escenario base y el escenario con la MEE implementada. Esta diferencia en unidades de energía (no consumida) es equivalente al monto evitado para el suministrador. A continuación, se muestra una representación gráfica de un ejemplo del resultado esperado.

Resultados de la cuantificación	
Periodo demostrativo de ahorro	12 meses
Consumo anual de energía en el escenario base (EB)	150,000 [kWh]
Consumo anual de energía por ocupante en EB	4,286 [kWh]
Consumo anual de energía en el escenario de EE	132,000 [kWh]
Consumo anual de energía por ocupante en el escenario de EE	3,771 [kWh]
Ahorro anual de energía	18,000 [kWh]
Ahorro monetario en el periodo demostrativo de ahorro	MXN \$41,000

¡Enhorabuena!

Gracias a las acciones de eficiencia energética has ahorrado el equivalente a **1.5** meses de facturación y se evitaron **9.4** toneladas de CO2 equivalente de emisiones por consumo de electricidad

*Figura 1. Ejemplo del resultado esperado en la cuantificación del co-beneficio 'ahorro monetario', para la Herramienta online
Fuente: Elaboración propia*

El dato equivalente en meses de facturación se calcula con una relación simple entre el ahorro monetario anual logrado y el costo mensual del consumo.

El dato equivalente de emisiones se calcula con la metodología de emisiones evitadas.

Método diferenciado 1 - Iluminación

Esta metodología aplica a cambios de tecnología (MEE tipo T) en las que se desea conocer el ahorro únicamente para el sistema de iluminación (por límite de medida). Se considera que el sistema de iluminación fue diseñado con base en los niveles de iluminación establecidos en la NOM-025¹ en el EB. Adicionalmente no se esperan cambios significativos en la instalación durante el periodo demostrativo de ahorro, p. ej. cambios arquitectónicos.

Las variables para la cuantificación son:

- Consumo mensual de energía de las luminarias en el EB/EMEE, en kilowatt hora [kWh]
- Costo mensual de la energía por el consumo de luminarias en el EB/EMEE, [kWh]
- Nivel de iluminación establecido en la NOM-025 (STPS), [lux]
- Flujo luminoso luminaria en el EB, [lm]

Las consideraciones relevantes para la aplicación del método (armonizado con los conceptos del IPMVP) son⁴:

⁴ IPMVP, 2016.

- La selección del periodo de cuantificación debe ser de un ciclo de operación normal.
- El periodo de la línea base y del escenario de EE debe ser de la misma extensión, un año, por ejemplo. Al periodo del EMEE se le conoce como periodo demostrativo de ahorro.
- La aplicación del método debe ser con datos históricos reales o datos del fabricante de los equipos.

FÓRMULA

$$AM = CCE_{EB} - CCE_{EMEE}$$

$$CCE_{EB} = P_{EB} \times CE_{EB} ; CCE_{EMEE} = P_{EMEE} \times CE_{EMEE}$$

$$CE_{EB} = \sum_i^n (N \times Po_{EB} \times h_i) ; CE_{EMEE} = \sum_i^n (N \times Po_{EMEE} \times h_i)$$

$$N_{EB} = \frac{S \times NI}{f_{EB}} ; N_{EMEE} = \frac{S \times NI}{f_{EMEE}}$$

Donde:

- m Periodo de ahorro demostrativo, adimensional
- S Superficie por zona, [m²]
- i Zona en donde se reemplazarán las luminarias
- h_i Horas de uso mensuales promedio de las luminarias, adimensional
- $P_{EB/EMEE}$ Precios unitarios promedio mensuales de la energía en el EB/EMEE, de los últimos 12 meses
- $Po_{j,EB/EMEE}$ Potencia de la luminaria j en el EB/EMEE, [W]
- $CE_{EB/EMEE}$ Consumo mensual de energía de las luminarias en el EB/EMEE, en kilowatt hora [kWh]
- $CCE_{EB/EMEE}$ Costo mensual de la energía por el consumo de luminarias en el EB/EMEE, [kWh]
- NI Nivel de iluminación establecido en la NOM-025 (STPS), [lux]
- $f_{EB/EMEE}$ Flujo luminoso luminaria en el EB, [lm]

DATOS DE ENTRADA

El usuario de la Herramienta online debe proporcionar los datos siguientes:

- Periodo de ahorro demostrativo, adimensional
- Superficie por zona, [m²]
- Zona en donde se reemplazarán las luminarias
- Horas de uso mensuales promedio de las luminarias, adimensional
- Precios unitarios promedio mensuales de la energía en el EB/EMEE, de los últimos 12 meses
- Potencia de la luminaria j en el EB/EMEE, [W]

DATOS DE SALIDA

La información de salida es la misma que en el método agregado.

Método diferenciado 2 – Iluminación/Aire acondicionado (AC)

Esta metodología aplica a cambio de tecnología (MEE tipo T) uno a uno (retrofit) o a la modificación del patrón de consumo respecto al EB (horas de utilización). Aplica cuando se desea conocer el ahorro únicamente para el sistema de iluminación/aire acondicionado y en

aplicaciones donde no se esperan cambios significativos en la instalación durante el periodo demostrativo de ahorro (p. ej. cambios arquitectónicos).

Las variables para la cuantificación son:

- Consumo mensual de energía de las luminarias/equipo de AC existentes/a reemplazar en el EB/EMEE, [kWh]
- Costo mensual de la energía por el consumo de las luminarias/equipos de AC en el EB/EMEE, [\$/kWh]

Las consideraciones relevantes para la aplicación del método (armonizado con los conceptos del IPMVP) son⁵:

- La selección del periodo de cuantificación debe ser de un ciclo de operación normal.
- El periodo de la línea base y del escenario de EE debe ser de la misma extensión, un año, por ejemplo. Al periodo del EMEE se le conoce como periodo demostrativo de ahorro.
- A la línea base se le pueden aplicar ajustes de rutina y ajustes no rutinarios (ver la sección del Método agregado para consultar estas definiciones). En este caso, un parámetro de ajuste no rutinario podría ser las horas de operación de los equipos.
- La aplicación del método debe ser con datos históricos reales o datos del fabricante de los equipos.

FÓRMULA

$$AM = CCE_{EB} - CCE_{EMEE}$$

$$CCE_{EB} = P_{EB} \times CE_{EB}; CCE_{EMEE} = P_{EMEE} \times CE_{EMEE}$$

$$CE_{EB} = m \sum_i^n 30 (Po_{i,EB} \times h_{i,EB}); CE_{EMEE} = m \sum_i^n 30 (Po_{i,EMEE} \times h_{i,EMEE})$$

Donde:

m Periodo demostrativo de ahorro, adimensional

n Número de luminarias/equipos de AC existentes/a reemplazar

Po_{i,EB/EMEE} Potencia de la luminaria/equipos de AC i en el EB/EMEE, [W]

h_{i,EB/EMEE} Horas de uso mensuales promedio de la luminaria/equipos de AC i en el EB/EMEE, adimensional

P_{EB/EMEE} Precio unitario promedio mensual de la energía en el EB/EMEE, [\$/kWh]

CE_{EB/EMEE} Consumo mensual de energía de las luminarias/equipo de AC existentes/a reemplazar en el EB/EMEE, [kWh]

CCE_{EB/EMEE} Costo mensual de la energía por el consumo de las luminarias/equipos de AC en el EB/EMEE, [\$/kWh]

DATOS DE ENTRADA

El usuario de la Herramienta online debe proporcionar los datos siguientes:

⁵ IPMVP, 2016.

• Periodo demostrativo de ahorro, adimensional • Número de luminarias/equipos de AC existentes/a reemplazar • Potencia de la luminaria/equipos de AC i en el EB/EMEE, [W] • Horas de uso mensuales promedio de la luminaria/equipos de AC i en el EB/EMEE, adimensional • Precio unitario promedio mensual de la energía en el EB/EMEE, [\$/kWh]
DATOS DE SALIDA
La información de salida es la misma que en el método agregado.
METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN NIVEL 2 (HERRAMIENTA DESCARGABLE)⁶
Método agregado. La herramienta descargable no considera este método. Método diferenciado 1 - Iluminación Esta metodología aplica a cambios de tecnología (MEE tipo T) en las que se desea conocer el ahorro únicamente para el sistema de iluminación (por límite de medida). Se considera que el sistema de iluminación fue diseñado con base en los niveles de iluminación establecidos en la NOM-025¹ en el EB. Adicionalmente no se esperan cambios significativos en la instalación durante el periodo demostrativo de ahorro, p. ej. cambios arquitectónicos. Las variables para la cuantificación son: • Consumo mensual de energía de las luminarias en el EB/EMEE, en kilowatt hora [kWh] • Costo mensual de la energía por el consumo de luminarias en el EB/EMEE, [kWh] • Nivel de iluminación establecido en la NOM-025 (STPS), [lux] • Flujo luminoso luminaria en el EB, [lm] Las consideraciones relevantes para la aplicación del método (armonizado con los conceptos del IPMVP) son⁷: • La selección del periodo de cuantificación debe ser de un ciclo de operación normal. • El periodo de la línea base y del escenario de EE debe ser de la misma extensión, un año, por ejemplo. Al periodo del EMEE se le conoce como periodo demostrativo de ahorro. • La aplicación del método debe ser con datos históricos reales o datos del fabricante de los equipos.
FÓRMULA
$AM = CCE_{EB} - CCE_{EMEE}$ $CCE_{EB} = P_{EB} \times CE_{EB}; CCE_{EMEE} = P_{EMEE} \times CE_{EMEE}$ $CE_{EB} = \sum_i^n (N \times Po_{EB} \times h_i); CE_{EMEE} = \sum_i^n (N \times Po_{EMEE} \times h_i)$ $N_{EB} = \frac{S \times NI}{f_{EB}}; N_{EMEE} = \frac{S \times NI}{f_{EMEE}}$

⁶ Concepto armonizados con el IPMVP, 2016 y factores de estudios de campo de CONUEE, 2019.

⁷ IPMVP, 2016.

Donde:

m Periodo de ahorro demostrativo, adimensional

S Superficie por zona, [m²]

i Zona en donde se reemplazarán las luminarias

h_i Horas de uso mensuales promedio de las luminarias, adimensional

$P_{EB/EMEE}$ Precios unitarios promedio mensuales de la energía en el EB/EMEE, de los últimos 12 meses

$PO_{j,EB/EMEE}$ Potencia de la luminaria j en el EB/EMEE, [W]

$CE_{EB/EMEE}$ Consumo mensual de energía de las luminarias en el EB/EMEE, en kilowatt hora [kWh]

$CCE_{EB/EMEE}$ Costo mensual de la energía por el consumo de luminarias en el EB/EMEE, [kWh]

NI Nivel de iluminación establecido en la NOM-025 (STPS), [lux]

$f_{EB/EMEE}$ Flujo luminoso luminaria en el EB, [lm]

DATOS DE ENTRADA

El usuario de la Herramienta online debe proporcionar los datos siguientes:

- Periodo de ahorro demostrativo, adimensional
- Superficie por zona, [m²]
- Zona en donde se reemplazarán las luminarias
- Horas de uso mensuales promedio de las luminarias, adimensional
- Precios unitarios promedio mensuales de la energía en el EB/EMEE, de los últimos 12 meses
- Potencia de la luminaria j en el EB/EMEE, [W]

DATOS DE SALIDA

La información de salida es la misma que en el método agregado.

Método diferenciado 2 – Iluminación/Aire acondicionado (AC)

Esta metodología aplica a cambio de tecnología (MEE tipo T) uno a uno (retrofit) o a la modificación del patrón de consumo respecto al EB (horas de utilización). Aplica cuando se desea conocer el ahorro únicamente para el sistema de iluminación/aire acondicionado y en aplicaciones donde no se esperan cambios significativos en la instalación durante el periodo demostrativo de ahorro (p. ej. cambios arquitectónicos).

Las variables para la cuantificación son:

- Consumo mensual de energía de las luminarias/equipo de AC existentes/a reemplazar en el EB/EMEE, [kWh]
- Costo mensual de la energía por el consumo de las luminarias/equipos de AC en el EB/EMEE, [\$/kWh]

Las consideraciones relevantes para la aplicación del método (armonizado con los conceptos del IPMVP) son⁸:

- La selección del periodo de cuantificación debe ser de un ciclo de operación normal.
- El periodo de la línea base y del escenario de EE debe ser de la misma extensión, un año, por ejemplo. Al periodo del EMEE se le conoce como periodo demostrativo de ahorro.

⁸ IPMVP, 2016.

- A la línea base se le pueden aplicar ajustes de rutina y ajustes no rutinarios (ver la sección del Método agregado para consultar estas definiciones). En este caso, un parámetro de ajuste no rutinario podría ser las horas de operación de los equipos.
- La aplicación del método debe ser con datos históricos reales o datos del fabricante de los equipos.

FÓRMULA

$$AM = CCE_{EB} - CCE_{EMEE}$$

$$CCE_{EB} = P_{EB} \times CE_{EB}; CCE_{EMEE} = P_{EMEE} \times CE_{EMEE}$$

$$CE_{EB} = m \sum_i^n 30 (Po_{i,EB} \times h_{i,EB}); CE_{EMEE} = m \sum_i^n 30 (Po_{i,EMEE} \times h_{i,EMEE})$$

Donde:

m Periodo demostrativo de ahorro, adimensional

n Número de luminarias/equipos de AC existentes/a reemplazar

$Po_{i,EB/EMEE}$ Potencia de la luminaria/equipos de AC i en el EB/EMEE, [W]

$h_{i,EB/EMEE}$ Horas de uso mensuales promedio de la luminaria/equipos de AC i en el EB/EMEE, adimensional

$P_{EB/EMEE}$ Precio unitario promedio mensual de la energía en el EB/EMEE, [\$/kWh]

$CE_{EB/EMEE}$ Consumo mensual de energía de las luminarias/equipo de AC existentes/a reemplazar en el EB/EMEE, [kWh]

$CCE_{EB/EMEE}$ Costo mensual de la energía por el consumo de las luminarias/equipos de AC en el EB/EMEE, [\$/kWh]

DATOS DE ENTRADA

El usuario de la Herramienta online debe proporcionar los datos siguientes:

- Periodo demostrativo de ahorro, adimensional
- Número de luminarias/equipos de AC existentes/a reemplazar
- Potencia de la luminaria/equipos de AC i en el EB/EMEE, [W]
- Horas de uso mensuales promedio de la luminaria/equipos de AC i en el EB/EMEE, adimensional
- Precio unitario promedio mensual de la energía en el EB/EMEE, [\$/kWh]

DATOS DE SALIDA

La información de salida es la misma que en el método agregado.