



Manual para la Evaluación de Proyectos de Eficiencia Energética para el Sector de Grandes Superficies

Dirigido a
Clientes de Instituciones Financieras

CAF BANCO DE DESARROLLO
DE AMÉRICA LATINA



Glosario



Tabla de conversiones



1. Presentación



2. Aplicabilidad del manual



3. Caracterización energética del proceso



4. Proyectos de eficiencia energética con mayor potencial



5. Análisis de riesgos técnicos, ambientales y sociales



6. Criterios de elegibilidad



7. Monitoreo, reporte y verificación del proyecto



8. Otros beneficios de la EE para empresas del sector



9. Caso de estudio



10. Referencias



Glosario

BTU: Unidad Térmica Británica. Unidad para medir el calor, un BTU es la energía requerida para elevar la temperatura de una libra de agua un grado Fahrenheit.

BREEAM: método de evaluación de la sostenibilidad de los proyectos de infraestructura y edificios. Se basa en el análisis de ciclo de vida es aplicable a nuevas construcciones, en reconstrucción y en uso. Este estándar es utilizado principalmente en el Reino Unido.

Cogeneración de energía: producción de energía eléctrica y de energía térmica aprovechable en los procesos industriales y comerciales a partir de una misma fuente de energía.

COP: Coeficiente de Desempeño, por sus siglas en inglés, es la relación entre el enfriamiento proporcionado y la cantidad de energía eléctrica consumida, a un mayor COP en sistemas de refrigeración y aire acondicionado se obtienen menores costos operativos.

Dióxido de carbono (CO₂): es el principal gas de efecto invernadero emitido principalmente a través del uso del transporte y la industria, la producción de energía eléctrica, la agricultura y la deforestación.

EER: cociente entre la potencia de refrigeración y la potencia eléctrica requerida en unas condiciones específicas de temperatura con la unidad a plena carga. Para el caso de este cociente un valor mayor indica una mayor eficiencia.

Eficiencia energética: es la forma de gestionar y limitar el crecimiento del consumo de energía. Un proceso más eficiente puede producir más bienes o servicios con la misma o menor cantidad de energía. Por ejemplo, una bombilla fluorescente compacta (CFL) utiliza menos energía que una bombilla incandescente para producir la misma cantidad de luz.

EDGE: sistema de certificación de construcción verde para los mercados emergentes creado por IFC, miembro del Grupo del Banco Mundial. EDGE permite a los constructores optimizar sus diseños de forma medible y obtener una certificación en EE.

Gases de efecto invernadero (GEI): los gases de efecto invernadero son la principal causa del calentamiento global. La mayoría de estas sustancias como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), los óxidos nitrosos (NO_x), entre otros, son liberados a la atmósfera por la actividad humana.



Inversiones en producción más limpia: inversiones que pueden demostrar un beneficio ambiental para disminuir la contaminación del aire, el suelo y/o el agua.

kW: es una unidad de medida más común de la potencia eléctrica (1kW es equivalente a 1.000 W) de los aparatos eléctricos.

kWh: equivalente a mil vatios-hora, es una unidad utilizada para medir la energía eléctrica consumida o utilizada en determinado tiempo.

Leadership in Energy & Environmental Design (LEED): sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council). Este sistema es utilizado ampliamente en Estados Unidos y de manera parcial en algunos mercados de Latinoamérica.

Línea de base: situación energética y ambiental actual sin ninguna mejora implementada.

Líneas de financiamiento verde: líneas de financiamiento que buscan el desarrollo de proyectos que promuevan la protección y conservación del medio ambiente, como proyectos de eficiencia energética, energía renovable o producción más limpia. Dichos proyectos deben contar con la revisión y verificación de los beneficios ambientales que se obtienen después de la inversión.

Periodo de retorno simple: es la cantidad de tiempo que demora una inversión en pagarse basado en el flujo de caja del proyecto. Por ejemplo, el período de retorno simple de una inversión de 300 USD con ahorros anuales de 100 USD tiene un periodo de retorno simple de 3 años.

Valor ex ante: valor de una variable medida antes de desarrollar los proyectos de eficiencia energética y energías renovables.

Valor expost: valor de una variable medida después de desarrollar los proyectos de eficiencia energética y energías renovables.

Tabla de conversiones

En la tabla 1 se presentan las unidades utilizadas en este manual que sirven como referencia para las diferentes conversiones de unidades que se encuentran a lo largo del documento.

Tabla 1. Tabla de conversión de unidades.

Potencia	kilowatt (kW)	HP	BTU/h
kilowatt (kW)	1	1.341	3.412,14
HP	0,754	1	2.544.43
BTU/h	0,00293	0,0003928	1

Energía	Kilowatt-hora (kWh)	Jules	GigaJules	PetaJules	BTU
kilowatt-hora (kWh)	1	3.600.000	0,0036	3,6 e-9	3.412,14
Jules	0,000000278	1	1e-9	1e-15	0,0009478
GigaJules	277,7	1e+9	1	1e-6	947817
PetaJules	2,77 e+8	1e+15	1e+6	1	9,47e+11



1. Presentación

CAF -Banco de desarrollo de América Latina- tiene como misión impulsar el desarrollo sostenible y la integración regional, mediante el financiamiento de proyectos de los sectores público y privado, la provisión de cooperación técnica y otros servicios especializados. Constituido en 1970 y conformado en la actualidad por 19 países, 17 de América Latina y el Caribe, junto a España y Portugal y 13 bancos privados, es una de las principales fuentes de financiamiento multilateral y un importante generador de conocimiento para la región.

CAF adelanta el desarrollo del Programa de Eficiencia Energética desde la Demanda (EE-D) y Negocios Verdes (NV) con Instituciones Financieras (IF's), cuyo objetivo principal es fomentar una mayor inversión de empresas Latinoamericanas en NV y EE-D, para lo cual CAF pone a disposición (I) financiamiento a través de las líneas de crédito que CAF mantiene con Instituciones Financieras (IF's), (II) asistencia técnica, y (III) fortalecimiento de mercados en negocios verdes y de eficiencia energética.

Este manual dirigido a los Clientes de las IF's, tiene como objetivo principal generar conocimientos y mejorar las capacidades de sus clientes y recursos de outsourcing, para identificar oportunidades de proyectos de EE; asimismo, gestionar los riesgos ambientales y sociales asociados con este tipo de proyectos.

Adicionalmente, incluye aspectos técnicos, ambientales y de inversión de proyectos para ser financiados por las IF's y los mecanismos de monitoreo, reporte y verificación de los beneficios ambientales generados por las inversiones realizadas.

Este manual es parte de un conjunto de documentos que comprende los sectores y tecnologías con mayor potencial para llevar a cabo inversiones en eficiencia energética. En la tabla 2 se presenta el conjunto de documentos elaborados para el Programa de Eficiencia Energética desde la Demanda (EE-D) y Negocios Verdes (NV) con Instituciones Financieras (IF's).

Tabla 2. Manuales por sector y guías por tipo de proyecto

Manuales Por Sector		Alimentos y bebidas	Textiles	Cemento	Pulpa y papel	Siderurgia y metal mecánica	Agroindustria	Hoteles y hospitales	Alumbrado público	Grandes superficies	Transporte
Guías Por Tipo De Proyecto	Motores de alta eficiencia	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
	Cogeneración de energía	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
	Sustitución de combustibles	✓	✓	✓	✓		✓	✓			✓
	Iluminación de alta eficiencia	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	
	Calderas y sistemas de vapor	✓	✓		✓		✓	✓			
	Aire acondicionado							✓			✓
	Refrigeración	✓								✓	
	Calentamiento de agua con energía solar							✓			
	Hornos			✓		✓					
	Aire comprimido	✓	✓	✓	✓	✓					
	Energía solar fotovoltaica							✓	✓	✓	
	Automatización de procesos							✓	✓	✓	

Así por ejemplo, se elaboró la guía para el desarrollo de proyectos de aire acondicionado, que es aplicable al sector de Hoteles y Hospitales, y Grandes Superficies.



2. Aplicabilidad del manual

El manual de eficiencia energética para el sector de grandes superficies para clientes de las IF's, incluye información relevante relacionada con los consumos energéticos y el potencial de eficiencia energética de proyectos que pueden presentar beneficios económicos y ambientales para los diferentes procesos y operaciones del sector. Se debe considerar que los valores presentados en este manual son indicativos, puesto que las diferentes instalaciones pueden variar en su configuración y tamaño, la ubicación geográfica, las características de operación y otros factores.

Los consumos de energía eléctrica sirven como referencia sobre las mejores prácticas del sector y definen los indicadores de consumo para determinar las mejoras razonables que se pueden alcanzar por realizar inversiones en eficiencia energética.

El manual presenta los proyectos con mayor potencial mostrando los diferentes niveles de inversión, posibles periodos de retorno y los ahorros estimados frente a los diferentes cambios tecnológicos.

Las oportunidades de eficiencia energética financiables a través de líneas verdes son las más comunes para este sector, teniendo en cuenta el estado de la tecnología actual y las mejores prácticas del mercado. No significa que sean los únicos proyectos financiables en el sector, pero sí los más comunes que requieren de financiación.



3. Caracterización energética del proceso

El sector comercial, y más concretamente las grandes superficies, en donde se incluyen tiendas por departamentos, hipermercados y centros comerciales, cuentan con un gran potencial de ahorro de energía; ya que son establecimientos que operan durante largos periodos de tiempo y que cuentan con diferentes tecnologías (refrigeración, iluminación, aire acondicionado, etc.). Además, el hecho de recibir a multitud de personas que exigen un cierto nivel de confort durante su estancia en dichos establecimientos los hace grandes consumidores de energía.

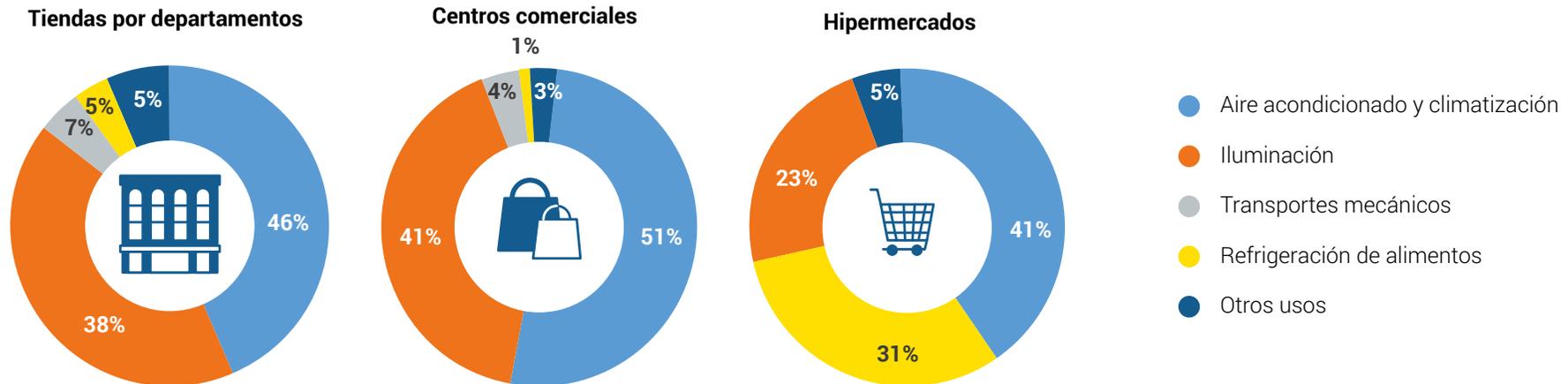
Igualmente, se estima que una antigüedad media cercana a los quince años en las grandes superficies, obliga una renovación de los principales sistemas y equipos consumidores de energía (tecnologías de refrigeración y aire acondicionado, equipos mecánicos, luminarias, etc.), ya que la obsolescencia de éstos influye sobre el incremento del

consumo energético del establecimiento, además del efecto negativo sobre la imagen percibida por los clientes ante una reducción en el confort en su visita. La figura 1 presenta el uso final de la energía en las grandes superficies.¹



¹ <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-de-Auditorias-Energeticas-en-Centros-Comerciales-fenercom-2010.pdf>

Figura 1. Uso final de la energía en las grandes superficies.



De acuerdo a los balances energéticos, el uso final de la energía en las diferentes tipologías de grandes superficies muestra un consumo intensivo en aire acondicionado y climatización. No obstante, esto puede variar según la ubicación geográfica. Por ejemplo, en climas tropicales el uso de aire acondicionado será mayor, por el contrario, en lugares con climas templados el consumo de aire acondicionado será menor. En cuanto a refrigeración de alimentos, es claro el peso importante que tiene esta operación en cuanto al consumo eléctrico total en los hipermercados, debido al uso de cámaras de frío y refrigeración.

La iluminación del establecimiento comercial tiene una clara utilidad de mercadeo por lo cual representa una parte muy importante del consumo eléctrico en las grandes superficies, especialmente en las tiendas por departamentos. Un local comercial bien iluminado permite atraer la atención del cliente sobre los productos y los servicios ofrecidos.

El energético usado generalmente en este sector es la energía eléctrica. El precio depende del país, de las condiciones regulatorias aplicables y de los impuestos que se aplican. Así por ejemplo en Colombia, el sector comercial tiene una sobretasa del 20 %. Los precios de la electricidad en la región para el sector comercial varían entre 10 y 25 centavos de USD por kWh, además del cobro de la demanda que varía entre 10 y 20 USD/kW.

En el sector comercial se mide la eficiencia energética en términos del consumo de energía eléctrica por el área ocupada por la edificación. Uno de los indicadores más útiles y comparables es el consumo energético por metro cuadrado al año (kWh/m²/año). En la tabla 3 se presentan los valores de referencia para el consumo energético en las grandes superficies, en el cual se aprecia que los hipermercados presentan mayor intensidad energética debido a sus procesos de refrigeración y conservación de alimentos y bebidas.



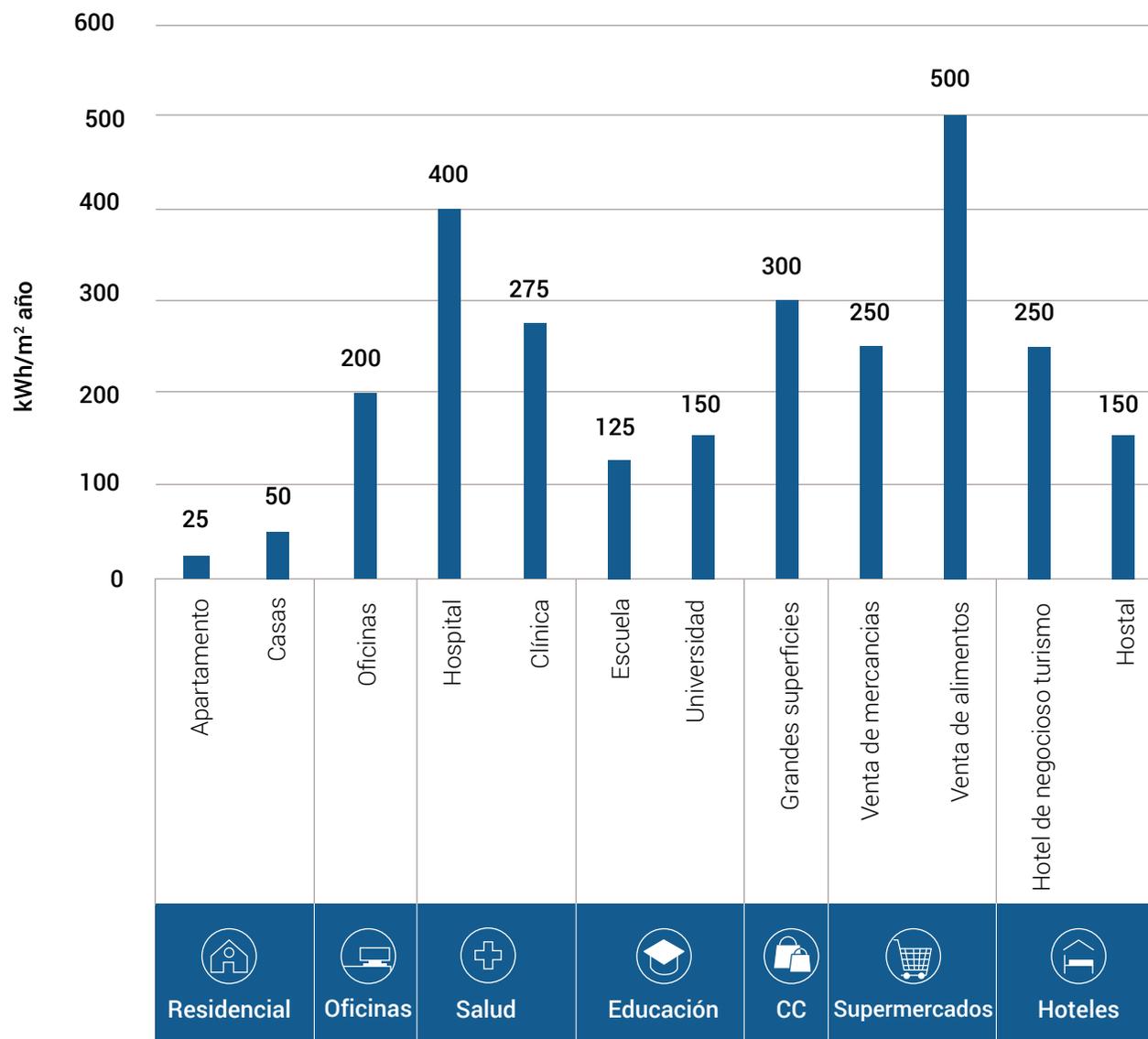
Tabla 3. Consumo energético por área ocupada (kWh/m²/año).²

Consumo de energía (kWh/m ² año)	Mínimo	Promedio	Máximo	Diferencia
Centros Comerciales.	<160	300	380	>380
Tienda por Departamentos.	<160	230	300	>300
Hipermercados.	<250	450	550	>550

En la figura 2 se presentan los indicadores de eficiencia energética por área de consumo energético para diferentes edificaciones, estos valores pueden servir como referencia para estimar el potencial de proyectos de eficiencia energética; como puede observarse, las grandes superficies y los almacenes de retail son las edificaciones con mayor consumo energético, incluso por encima de los hoteles y los hospitales.

² <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/4c0b16004aab9e9d9672d69e0dc67fc6/Green+Buildings+-+Opportunities+per+Sector.pdf?MOD=AJPERES>

Figura 2. Indicadores de eficiencia energética por área (kWh/m²) al año para diferentes edificaciones.³



³ <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/4c0b16004aab9e9d9672d69e0dc67fc6/Green+Buildings+-+Opportunities+per+Sector.pdf?MOD=AJPERES>



4. Proyectos de eficiencia energética con mayor potencial

De acuerdo al balance energético típico en las grandes superficies se cuenta con tres sistemas y/o equipos con consumo intensivo de energía eléctrica en donde enfocar los proyectos de eficiencia energética, estos son: el sistema de aire acondicionado, la iluminación y los sistemas de refrigeración y conservación de alimentos. A continuación se analizan las diferentes oportunidades de optimización energética y reducción de emisiones de GEI, el nivel de ahorro que generan y las inversiones requeridas.

De acuerdo al balance energético típico en las grandes superficies se cuenta con tres sistemas y/o equipos con consumo intensivo de energía eléctrica en donde enfocar los proyectos de eficiencia energética, estos son: el sistema de aire acondicionado, la iluminación y los sistemas de refrigeración y conservación de alimentos. A continuación se analizan las diferentes oportunidades de optimización energética y reducción de emisiones de GEI, el nivel de ahorro que generan y las inversiones requeridas.

4.1. Oportunidades de reducción del consumo de energía eléctrica.

4.1.1. Instalación o reemplazo de sistemas y/o equipos de aire acondicionado.

En las grandes superficies es común encontrar dos tipos de tecnologías, el sistema de aire acondicionado tipo centralizado o semi-centralizado con chiller o sistemas de flujo de refrigerante variable (VRF) y el sistema de aire acondicionado compacto o tipo paquete.

La eficiencia de los diferentes equipos de aire acondicionado se expresa generalmente en términos de kW por tonelada de aire de refrigeración (kW/TR). Un kW es un kilovatio de energía eléctrica y una tonelada de refrigeración (TR) es equivalente a 12.000 BTU/h de enfriamiento. Los equipos más eficientes son aquellos que



demandan un menor número de kW/TR indicando que utilizan menos electricidad para entregar la misma cantidad de enfriamiento.

También es común expresar la eficiencia de acuerdo al factor EER (Energy Efficiency Ratio) que se define como el cociente entre la potencia de refrigeración y la potencia eléctrica absorbida en unas condiciones específicas de temperatura con la unidad a plena carga y el factor SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) que se define como

la eficiencia energética estacional de una unidad, calculada para la demanda anual de refrigeración, determinada por unas condiciones climáticas específicas dadas. En ambos factores un valor mayor indica una mayor eficiencia.

En la tabla 4 se presentan los valores de eficiencia y costo de inversión promedio para los sistemas de aire acondicionado del tipo centralizado y compacto.

Tabla 4. Costos de inversión aproximados en proyectos de AA.⁴

Tipo de sistema de aire acondicionado	Rango de eficiencia (EER)	Rango de capacidad (TR)	Inversión Promedio (USD/TR)
Chiller condensado por agua.	12 - 24	30 – 2.700	\$1.200
Chiller enfriado por aire.	9 - 13	10 - 550	\$1.200
Sistemas centrales de refrigerante variable (VRF).	15 - 24	3 - 40	\$2.500
Sistemas compacto tipo paquete compresor inverter.	9 - 13	3 - 70	\$1.000

⁴ Fuente: Elaboración propia a partir de los precios promedio del mercado.

El potencial de ahorro para estos equipos es alto, pudiendo obtener ahorros superiores al 30% del consumo de energía con respecto a los equipos antiguos. Esto dependerá de las características particulares de cada establecimiento, el período de retorno normal de estas inversiones se encuentra entre 4 y 6 años dependiendo de la tarifa de energía y las horas anuales de uso.

En las grandes superficies es posible identificar el uso de sistemas de aire acondicionado adicionales del tipo partido split o multisplit, pero su uso está normalmente limitado a acondicionar pequeñas áreas u oficinas que no son cubiertas por el sistema centralizado o compacto. En la tabla 5 se muestra una comparación del factor EER de los equipos del tipo split y multisplit de tecnología convencional, normalmente instalados en edificaciones de más de 10 años de antigüedad y equipos actuales de mayor eficiencia con tecnología Inverter.

Tabla 5. Tipos de equipos de AA con su eficiencia respectiva.⁵

Tipo de equipo	Línea base de los equipos del mercado (EER)	Tipo de equipo sugerido para el cambio	Eficiencia del equipo nuevo (EER)
Sistemas split.	10	Sistemas split tipo inverter	14
Sistemas minisplit.	8	Sistemas minisplit tipo inverter	12
Sistemas tipo ventana.	7	Sistemas minisplit tipo inverter	12

Los costos de inversión para los equipos tipo inverter se estiman en 1.500 USD por tonelada de refrigeración, el potencial de ahorro es alto, pudiendo obtener ahorros del 30 al 50% del consumo de energía por aire acondicionado. Dependerá, en todo caso, de las características particulares de cada establecimiento.



⁵ Fuente: Guía para el consumo consciente, racional y eficiente de la energía. <http://www.si3ea.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=wru7z0gVd%2F%3D&tabid=90&mid=449&language=es-ES>

4.1.2. Cámaras de frío y sistemas de enfriamiento.

En el sector de grandes superficies los sistemas de enfriamiento y cámaras de frío son usados particularmente en los hipermercados para mantener y conservar alimentos.

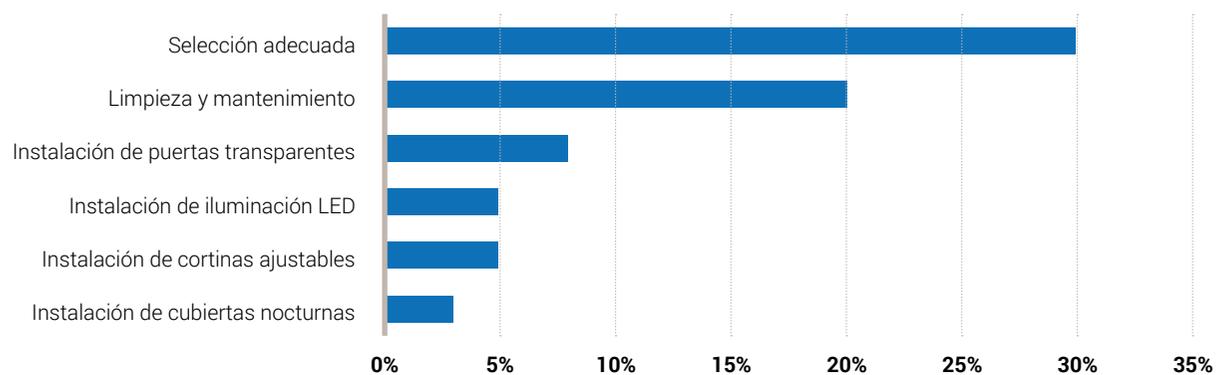
En los sistemas de enfriamiento los compresores son la parte del equipo de refrigeración que más consume energía, si el sistema tiene un compresor eficiente el consumo de energía será menor. La eficiencia del sistema de refrigeración se mide por una razón llamada coeficiente de desempeño COP por sus siglas en inglés, el cual es la relación de la capacidad de enfriamiento (kW) comparado con el consumo de energía (kW). Con un COP más alto, la eficiencia del sistema será más alta. El porcentaje de ahorro típico de un proyecto de reemplazo a compresores de alta eficiencia esta entre 20% y 30% del consumo de energía eléctrica.

Los sistemas de alta eficiencia tienen un costo entre 2.000 y 3.000 USD por tonelada de refrigeración instalada y los periodos de retorno se pueden encontrar entre 4 y 5 años dependiendo del costo de la energía.

Existen otras medidas adicionales para mejorar la eficiencia de los sistemas de refrigeración en las grandes superficies con un potencial de ahorro de energía según se indica en la figura 3. Como se puede observar, la medida que mayor ahorro genera es la selección adecuada de los sistemas (30%), seguida por una adecuada limpieza y mantenimiento (20%). Teniendo en cuenta que la inversión en un sistema de refrigeración es de alrededor de 1.200.000 USD, el proceso de selección resulta fundamental para elegir los equipos y la tecnología adecuados.

Una medida que tiene un rápido retorno, porque tiene una inversión moderada y un ahorro importante, es la instalación de puertas transparentes en los exhibidores y vitrinas de alimentos y bebidas. Con esta medida es posible ahorrar el 10% del consumo de energía y el retorno simple de la inversión se da en un plazo menor a 2 años.

Figura 3. Medidas y potencial de ahorro de energía en los sistemas de refrigeración en las grandes superficies.



4.1.3. Sistemas de automatización y control – Building Management System (BMS)

La automatización de edificaciones incluye las soluciones y los servicios integrales necesarios para el control de la calefacción, ventilación, aire acondicionado e iluminación, así como la integración de la distribución del uso de la energía de los diferentes equipos utilizados. La automatización de edificios se puede aplicar a zonas y espacios en particular o la edificación completa.

El uso de aire acondicionado y los sistemas de iluminación presentan gran parte del consumo energético en las grandes superficies, razón por la cual se han desarrollado con éxito los BMS, estos sistemas controlan de manera automática los edificios para tener el mayor nivel de confort con el menor consumo energético posible.

Se estima que estos sistemas de automatización y control pueden generar un ahorro energético de hasta 50 kWh/m²/año⁶, el costo de inversión de estos sistemas oscila entre 50.000 y 250.000 USD. El periodo de retorno de estas inversiones esta entre 4 y 6 años, valor que depende del costo de la energía eléctrica en el país.

4.1.4. Instalación de sistemas de iluminación eficientes.

La iluminación generalmente representa entre el 30% y el 40% del uso total de energía en el sector de grandes superficies. En la tabla 6 se presentan las opciones más comunes en proyectos de eficiencia energética en sistemas de iluminación.

Tabla 6. Descripción de sistemas de iluminación de alta eficiencia.

Tipo de proyecto	Aumento en eficacia luminosa	Costo de inversión *	Periodo de retorno **
Reemplazo de luminarias fluorescentes T12 por luminarias fluorescentes T5.	50%	17 USD/tubo.	1 Año.
Reemplazo de lámparas de vapor de mercurio por lámparas de haluro metálico o alta presión de sodio.	50 – 60%	130 USD/lámpara.	2 Años.
Reemplazo de lámparas de haluro metálico por lámpara de alta intensidad de descarga (HID).	50%	120 USD/lámpara.	2,7 Años.
Reemplazo de balastos magnéticos por electrónicos.	12 – 25%	10 USD/balasto.	1,5 a 3 Años.
Reemplazo de luminarias fluorescentes por iluminación LED.	50 - 75%	12 USD/lámpara.	1,6 Años.

* Considera un reemplazo de la tecnología existente.

** Usando 4.380 horas de operación por años, con un precio de 0,15 USD/kWh.

⁶ Fuente: http://www.schneider-electric.com.co/documents/local/productos-servicios/distribucion_electrica/Brochure_Construccion_Schneider_Electric.pdf



4.2. Otras oportunidades – Uso energías alternativas.

4.2.1. Uso de sistemas fotovoltaicos para la producción de energía.

Los sistemas fotovoltaicos empiezan a convertirse en una opción viable para la producción de energía para las grandes superficies, especialmente por las altas tarifas que tienen estos sectores y por el área que tienen disponible en cubiertas para el desarrollo de los proyectos. La instalación de estos sistemas puede traer beneficios en cuanto a la reducción del consumo de energía eléctrica de la red o la energía autogenerada con fuentes fósiles, generalmente tienen

una vida útil muy larga (superior a 25 años) comparado con otros equipos comunes en el sector. Los niveles de inversión dependen de la capacidad instalada, el costo por kWp instalado se estima entre 1.200 y 1.500 USD en sistemas conectados a la red sin sistemas de baterías para almacenamiento.⁷ El periodo de retorno varía entre 10 y 12 años para aplicaciones menores a un MW con un costo de energía de red promedio de 0,12 a 0,15 USD por kWh.

En algunos países Latinoamericanos las inversiones en estos sistemas tienen incentivos fiscales como exención de arancel e IVA, incentivos tributarios como la deducción de las inversiones de la base gravable del impuesto de renta y depreciación acelerada, y la posibilidad de vender los excedentes de energía a la red mediante sistemas de medición neta.

⁷ <http://www.nrel.gov/docs/fy15osti/64746.pdf>



5. Análisis de riesgos técnicos ambientales y sociales

En la tabla 7 se presentan los principales riesgos técnicos, sociales y ambientales que deben tenerse en cuenta al realizar inversiones en el sector, así como las acciones para su mitigación.

Tabla 7. Matriz de riesgos técnicos, ambientales, financieros y sociales.

Riesgo	Tipo	Acción para su mitigación
Emisión de agentes refrigerantes que agotan la capa de ozono en equipos de refrigeración y cámaras de frío.	Ambiental	Verificar que los equipos no utilizan el gas refrigerante R-22, asegurar que el gas refrigerante tenga un potencial bajo o nulo de agotamiento de la capa de ozono, normalmente estos gases son conocidos como refrigerantes ecológicos. El refrigerante más utilizado en la actualidad es el R410 A.
El reemplazo de los sistemas y equipos actuales puede presentar un riesgo de contaminación si no se disponen idóneamente.	Ambiental/ Técnico	Verificar que se cumplen con los estándares locales para la disposición de equipos usados y si se utilizan proveedores especializados y certificados para su destrucción.



Continuación Tabla 7. Matriz de riesgos técnicos, ambientales, financieros y sociales.

Riesgo	Tipo	Acción para su mitigación
La generación de energía solar puede ser menor que la esperada	Técnico	<p>Asegurarse de que el diseño del proyecto se hace de manera adecuada utilizando software especializado que permita asegurar la producción de energía con las condiciones de radiación del sitio del proyecto.</p> <p>Usar equipos que cuentan con certificaciones internacionales y respaldados por proveedores con experiencia.</p>
Ahorros en los proyectos de eficiencia energética.	Financiero/ Técnico	Asegurar que el diseño del proyecto es correcto y que se usan tecnologías con certificación de eficiencia energética.



6. Criterios de elegibilidad

Los criterios de elegibilidad que se recomiendan para aplicar a una línea de financiación verde son los siguientes:



Reducción del consumo de energía eléctrica: Cualquier proyecto de inversión para reducción del consumo de energía eléctrica debe reducir el consumo de energía total de la gran superficie en su totalidad como mínimo en un 10%.



Reducción de emisiones de GEI: Los niveles de reducción de emisiones de GEI que pueden lograr las inversiones en eficiencia energética en el sector de grandes superficies dependen de la fuente de energía eléctrica que se usa para el proceso. En términos generales, una inversión en proyectos de eficiencia energética debería reducir las emisiones de GEI asociadas con el consumo de energía en al menos un 10%.



Periodo de retorno simple de la inversión: Las inversiones en EE son principalmente en bienes de capital, con lo cual, el tiempo de retorno simple del proyecto no debería ser mayor de 5 años, para que los flujos de caja del proyecto permitan retornar la inversión con una rentabilidad razonable en un periodo de 8 a 10 años. Para los casos de inversión de energía solar fotovoltaica, se debe estructurar un financiamiento con condiciones diferentes ya que los periodos de retorno para la región están entre 10 y 12 años.

Para que el proyecto de EE o de energía renovable sea elegible, se deben cumplir los 3 criterios de manera simultánea.



7. Monitoreo, reporte y verificación del proyecto

Las grandes superficies pueden medir su intensidad energética y su intensidad de carbono por medio de dos indicadores básicos que se presentan en la tabla 8 y que deben ser medidos antes y después de los proyectos de inversión en eficiencia energética y/o energías renovables.

Tabla 8. Indicadores de monitoreo de eficiencia energética en el sector de grandes superficies.

Indicador	Unidad	Valor Exante	Valor Expost
Energía eléctrica.	kWh/m ² año.		
Emisiones de GEI.	KgCO ² /m ² año.		

Los indicadores para verificar el beneficio anual de una inversión en eficiencia energética, resultan de multiplicar la diferencia entre el valor exante y el valor expost de los indicadores sugeridos en la tabla 9, por el área de la edificación en el año posterior al que se realizó la inversión. De esta forma, los indicadores que se recomienda usar son los siguientes:

Tabla 9. Indicadores para verificar de mejora eficiencia energética en el sector de grandes superficies.

Indicador	Unidad
Reducción del consumo de energía eléctrica.	kWh/año.
Reducción de emisiones de GEI.	KgCO ² /año.



8. Otros beneficios de la EE para empresas del sector

El sector de grandes superficies presenta importantes oportunidades frente a las inversiones en eficiencia energética y el uso de energías renovables, que generan otros beneficios para el sector entre los que se destacan:

- La certificación en estándares internacionales como ISO (Calidad ISO 9001, Medio ambiente ISO 14001) pueden ser una opción viable dentro del proceso de mejora.
- La certificación de edificios bajo estándares de construcción sostenible internacionales como LEED, BREEAM, o EDGE.
- Venta de excedentes de energía a la red eléctrica por la instalación de sistemas de generación fotovoltaica.
- Mejoras en el confort de sus visitantes y clientes y generación de un mayor flujo de personas a sus instalaciones.
- Reducción de los costos de mantenimiento y de administración de su infraestructura energética.
- Cumplimiento de metas de reducción de emisiones de GEI sectoriales establecidas por los gobiernos debidos a los compromisos adquiridos por los acuerdos internacionales de mitigación del cambio climático.
- Reducción del impacto ambiental por la eliminación de refrigerantes antiguos que agotan la capa de ozono y que están en proceso de salir del mercado.



9. Caso de estudio

Una cadena de hipermercados, decidió renovar el sistema de aire acondicionado de una de sus tiendas más antiguas, con más de 20 años de operación, ubicada en el centro de la capital del país; a raíz de las continuas quejas del personal operativo y de sus clientes sobre el poco confort térmico que brindaba el sistema de aire acondicionado de esta tienda.

Esta tienda con un área de 8.137 m² contaba con un sistema de aire acondicionado compacto conformado por 18 equipos del tipo paquete de 25 toneladas de refrigeración cada uno. De acuerdo a la propuesta recibida por una empresa experta en sistemas de aire acondicionado, se propuso la renovación de estos equipos tipo paquete por equipos de la misma tipología y capacidad pero con una eficiencia mayor por contar con compresores con tecnología inverter. El costo de inversión del proyecto fue de 443.000 USD.

El consumo de energía eléctrica total del hipermercado el año anterior a la implementación del proyecto era del orden de 3.827.083 kWh/

año. El hipermercado desea calcular los beneficios ambientales y energéticos de la renovación del sistema de aire acondicionado. Para el ejemplo se ha tomado un factor de emisión de energía eléctrica de 0,38 kgCO₂/kWh y una tarifa de energía de 0,15 USD/kWh.



En la tabla 10 se presentan los resultados de los cálculos. Para calcular el valor ex ante se divide el consumo de energía eléctrica del año anterior a la implementación del proyecto entre el área del hipermercado obteniendo un indicador de 470,33 kWh/m²/año. El consumo eléctrico después de la implementación del proyecto es de 2.985.124 kWh/año, lo que representa un ahorro de 841.959 kWh/año, que equivale a una reducción del 22% del consumo de energía eléctrica. El valor expost se obtiene dividiendo el valor del consumo después del proyecto por el área total del hipermercado para obtener un valor de 366,85 kWh/m²/año.

Para calcular el valor ex ante de las emisiones de GEI se multiplica el consumo eléctrico del año anterior a la implementación del proyecto por el factor de emisión, obteniendo 1.454 tonCO₂/año; Posteriormente este valor se divide por el área total para obtener un valor de 178,73 kgCO₂/m²/año. Para el valor expost se realiza el mismo ejercicio con el consumo eléctrico después del proyecto para obtener 139,4 kgCO₂/m²/año.

Tabla 10. Indicadores de monitoreo caso de estudio.

Indicador	Unidad	Valor Ex ante	Valor Expost	Diferencia
Energía eléctrica	kWh/m ² año.	470,3	366,7	103,4
Emisiones GEI	KgCO ₂ / m ² año.	178,7	139,4	39,3

Como resultado se presenta en la tabla 11 el resumen de los beneficios energéticos y ambientales anuales del proyecto. Para calcular la reducción del consumo de energía eléctrica y de emisiones se multiplica el valor de la diferencia de la tabla anterior por el área del hipermercado, en este caso este proyecto alcanzó una reducción de 841.056 kWh/año y unas emisiones de GEI evitadas de 319.944 kgCO₂/ año.

Tabla 11. Indicadores de mejora caso de estudio.

Indicador	Unidad	Valor
Reducción del consumo de energía eléctrica.	kWh/año.	103,4 x 8.137 = 841.056
Reducción de emisiones de GEI.	Kg CO ₂ /año.	39,3 x 8.137 = 319.944

Los ahorros económicos de acuerdo a la tarifa de energía eléctrica corresponden a 126.158 USD/año, lo que representa un retorno simple de la inversión de 3,5 años.

Aplicación de criterios de elegibilidad: el proyecto es elegible para una línea de financiación verde ya que cumple con los criterios establecidos.

Criterios de elegibilidad



Reducción del consumo energético del 22% superior al 10% recomendado.



Reducción de emisiones del 22% superior al 10% recomendado.



Un periodo de retorno simple de la inversión inferior a 5 años.

Referencias

- > Central Building Management systems Siemens Webpage.
<http://w3.siemens.com/market-specific/global/en/hospitality/hotels-resorts-casinos/hotel-energy-efficiency/pages/hotel-energy-efficiency.aspx>
- > Código de construcción sostenible en Colombia.
<http://camacol.co/sites/default/files/ITReglamentos/ANEXO%201%20Guia%20de%20construccion%20sostenible%20-%20JULIO%208%202015.pdf>
- > Guía de auditorías energéticas en centros comerciales. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid.
<https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-de-Auditorias-Energeticas-en-Centros-Comerciales-fenercom-2010.pdf>
- > Guía para el consumo consciente, racional y eficiente de la energía.
<http://www.si3ea.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=wru7z0gVd%2F1%3D&tabid=90&mid=449&language=es-ES>
- > Guía práctica de ahorro energético dirigida al comerciante.
<http://www.comercio.mineco.gob.es/es-es/comercio-interior/guias-de-ayuda-al-comercio/paginas/gu%C3%ADa-de-ahorro-energ%C3%A9tico-dirigida-al-comerciante.aspx>



- IFC Green Buildings IFC Climate Business Group Green Building Opportunities per Sector.
<https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/4c0b16004aab9e9d9672d69e0dc67fc6/Green+Buildings+--+Opportunities+per+Sector.pdf?MO-D=AJPERES>
- Introducing energy saving opportunities for business – Carbon trust.
https://www.carbontrust.com/media/13063/ctg070_variable_speed_drives.pdf
- U.S. Photovoltaic Prices and Cost Breakdowns: Q1 2015 Benchmarks for Residential, Commercial, and Utility-Scale Systems.
<http://www.nrel.gov/docs/fy15osti/64746.pdf>
- Soluciones Integrales para gestión de edificios – Schneider Electric.
http://www.schneider-electric.com.co/documents/local/productos-servicios/distribucion_electrica/Brochure_Construccion_Schneider_Electric.pdf

Manual para la Evaluación de Elegibilidad de Financiación de Proyectos de Eficiencia Energética

Editor: CAF

Dirección Corporativa de Ambiente y Cambio Climático (DACC)

Ligia Castro de Doens, directora corporativa

Dirección Sectores Productivo y Financiero Región Norte (VSPF)

Mauricio Salazar, director

Autor:

MGM International

Coordinación y edición general

Camilo Rojas (DACC)

Jaily Gómez (VSPF)

René Gómez García (DACC)

Diseño Gráfico y Diagramación:

Tundra Taller Creativo | tundra.pe

Fotos:

Pixabay.com

Shutterstock
