



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

---

**Dirigido a**  
Instituciones Financieras

---

**CAF** BANCO DE DESARROLLO  
DE AMÉRICA LATINA





**Glosario**



**Tabla de conversiones**



**1. Presentación**



**2. Aplicabilidad del manual**



**3. Descripción del sector**



**4. Caracterización energética del proceso**



**5. Proyectos de eficiencia energética con mayor potencial**



**6. Análisis de riesgos técnicos, ambientales y sociales**



**7. Criterios de elegibilidad**



**8. Monitoreo, reporte y verificación del proyecto**



**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.

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** 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 (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), los óxidos nitrosos (NO<sub>x</sub>), 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.

**SCU:** superficie comercial útil, es la superficie destinada a la venta de productos o servicios.

**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 ex post:** 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 14 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											
Guías Por Tipo De Proyecto	Alimentos y bebidas	Textiles	Cemento	Pulpa y papel	Siderurgia y metal mecánica	Agroindustria	Hoteles y hospitales	Alumbrado público	Grandes superficies	Transporte	
	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 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 financiadas 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 financiados en el sector, pero sí los más comunes que requieren de financiación.



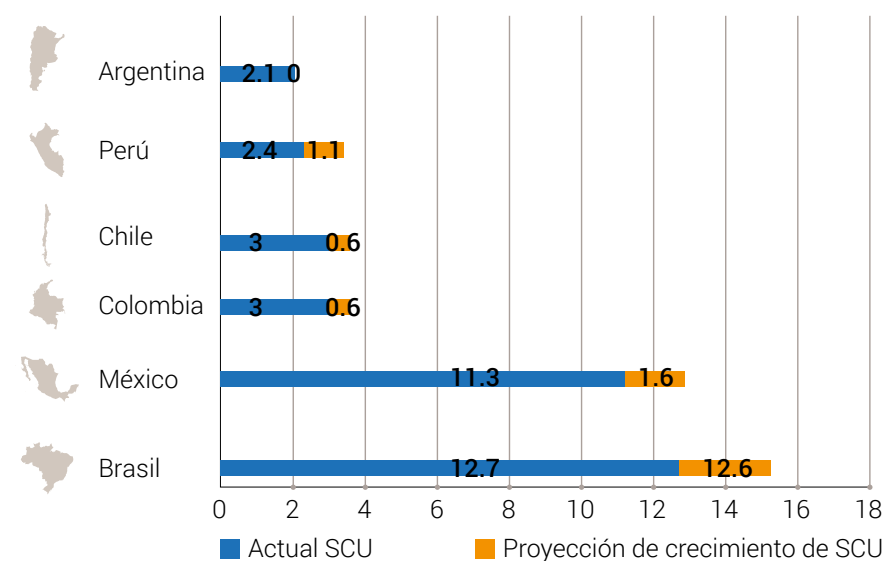


### 3. Descripción del sector de grandes superficies

La actividad comercial relacionada al sector de grandes superficies ha tenido un desarrollo importante durante las últimas décadas. En la región, durante el 2012 y 2013, 168 nuevos centros comerciales fueron construidos con un área mayor a 5.000 m<sup>2</sup>. Se estima que Latinoamérica tiene más de 5,3 millones de m<sup>2</sup> de superficie comercial útil (SCU).

Los mercados más importantes de la región están representados por Brasil, México, Colombia, Argentina, Perú y Chile; quienes representan cerca del 60% del incremento en la superficie comercial útil de la región. La figura 1 presenta la distribución de la SCU disponible y la proyección de crecimiento de los 6 mercados más relevantes, para los próximos años.

**Figura 1.** Superficie comercial útil (SCU) actual y proyección en principales mercados de Latinoamérica. Latin America Shopping Center Development Report April 2014.<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Latin America Shopping Center Development Report April 2014.

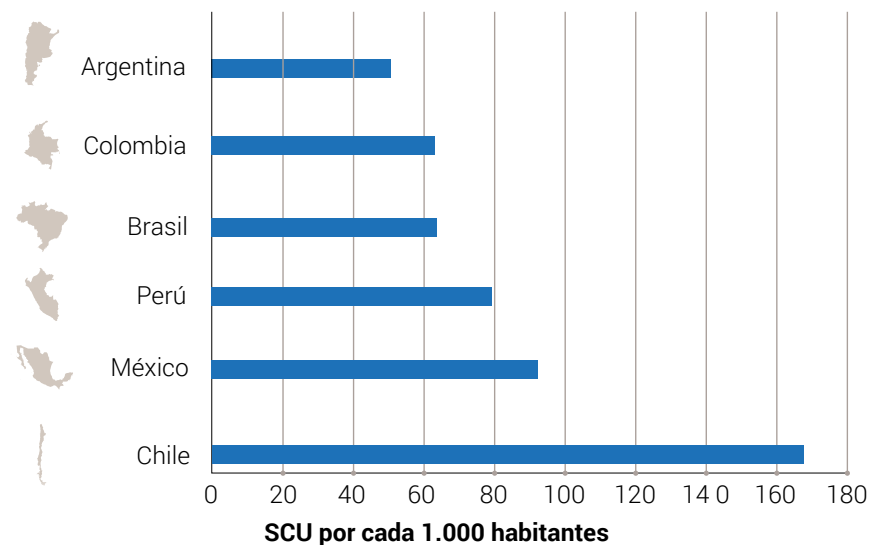
Durante un periodo de dos años, Brasil y México representaron casi el 70% de todo el espacio de los centros comerciales nuevos de la región, con 2,4 millones de m<sup>2</sup> y 1,3 millones de m<sup>2</sup>, respectivamente.

Dentro de los seis principales países de América Latina, el total de la superficie comercial útil se estima en 34,3 millones de m<sup>2</sup> en 2014, con un índice promedio por cada 1.000 habitantes de 73,6 m<sup>2</sup>. Brasil sigue siendo el mayor mercado de grandes superficies y representa casi el 36% del total, con 12,7 millones de m<sup>2</sup> de SCU, seguido por México con un total con 11,4 millones de m<sup>2</sup>.

Brasil y México, Colombia, Chile, Perú y Argentina cuentan con un total de 10,6 millones de m<sup>2</sup> de SCU, representando el 30,9% del total de los seis países. Cabe destacar que Colombia ha avanzado ligeramente por delante de Chile por el tercer lugar, detrás de Brasil y México en la SCU total. Perú está agregando SCU a un ritmo mucho más rápido que sus pares. A pesar de que actualmente se encuentra en el quinto lugar entre los seis países en la SCU total, a finales de 2016, se prevé que el Perú tendrá un total de 3,5 millones de m<sup>2</sup> de SCU, superando a Chile y ocupando el cuarto lugar entre los seis países.

Con sólo 3,0 millones de m<sup>2</sup> de SCU, Chile ocupa el primer lugar entre los seis países en el espacio total por 1.000 habitantes (167,5 metros cuadrados), con una población de menos de 17,7 millones, la gran mayoría del espacio de los centros comerciales de Chile se encuentra en la Región Metropolitana. México ocupa el segundo lugar en la SCU por cada mil habitantes con 91,8 m<sup>2</sup>, seguidos por Perú, Colombia, Brasil y Argentina, con sólo 50,1 m<sup>2</sup> por 1.000 habitantes. La figura 2 presenta el índice de SCU por cada 1.000 habitantes.

**Figura 2.** Provisión promedio de SCU por cada 1.000 habitantes en los 6 mercados más relevantes de la región.



**Brasil y México** concentran cerca del **60%** de la superficie de centros comerciales (SCU) en la región.





## 4. 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 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.

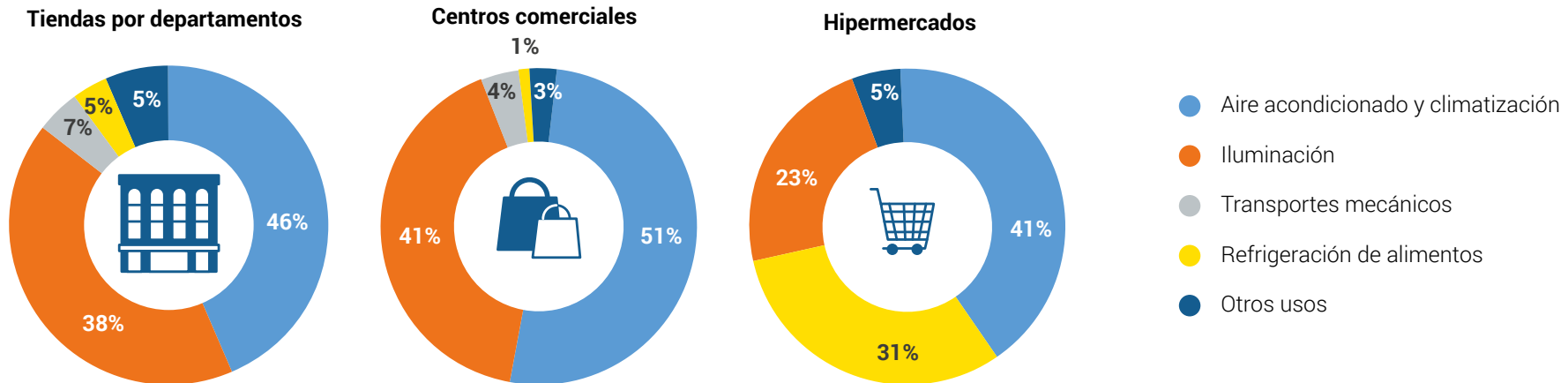
Igualmente, se estima que una antigüedad media cercana a los quince años en las grandes superficies, obliga una renovación de los principales sistemas y equipos consumidores de energía (tecnologías de refrigeración y aire acondicionado, equipos mecánicos, luminarias, etc.); ya que la obsolescencia de 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 3 presenta el uso final de la energía en las grandes superficies.<sup>2</sup>



<sup>2</sup> <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-de-Auditorias-Energeticas-en-Centros-Comerciales-fenercom-2010.pdf>

**Figura 3.** 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 consumida 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/m<sup>2</sup>/año). La tabla 3 presenta 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.





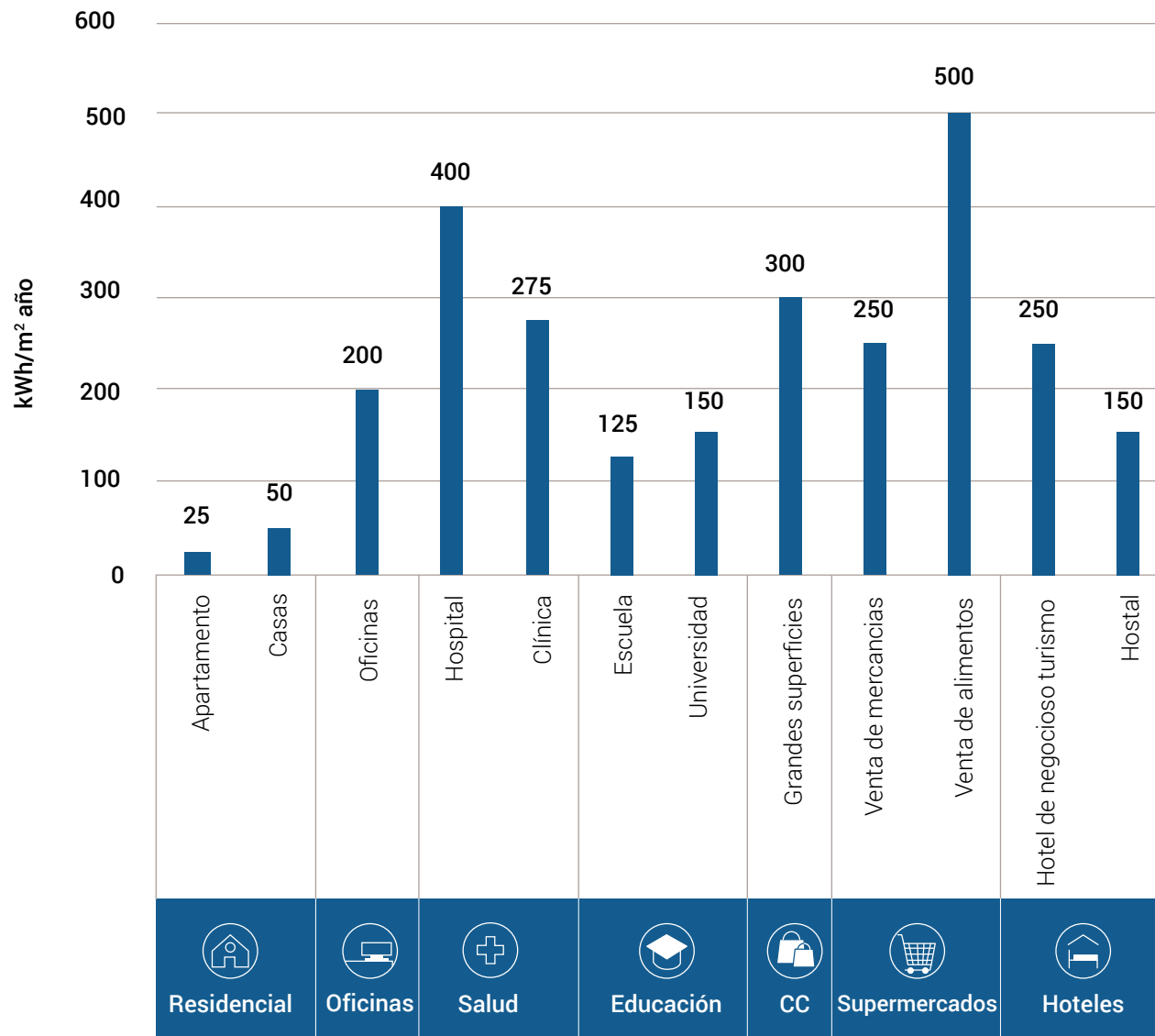
**Tabla 3.** Consumo energético por área ocupada (kWh/m<sup>2</sup>/año).<sup>3</sup>

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

En la figura 4 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.

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

**Figura 4.** Indicadores de eficiencia energética por área (kWh/m<sup>2</sup>) al año para diferentes edificaciones.<sup>4</sup>



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





## 5. Proyectos de eficiencia energética con mayor potencial

Este capítulo presenta las oportunidades de eficiencia energética en grandes superficies, donde se incluyen las diferentes opciones para proyectos en eficiencia energética.

En la tabla 4 se presentan los proyectos que se encuentran comúnmente en grandes superficies donde se consideran la reducción de consumo energético, el tipo de proyecto, el potencial de ahorro energético si se realiza el cambio tecnológico, el periodo de retorno simple estimado (el cual puede variar según el precio de la energía en los diferentes países), el nivel de inversión aproximado en USD y los beneficios adicionales que pueden servir como argumentos para presentar un proyecto de eficiencia energética para financiación.



**Tabla 4.** Oportunidades de reducción del consumo de energía y beneficios ambientales para el sector.

Tipo de proyecto	Línea base de la industria	Ahorro energético potencial	Periodo de retorno simple	Nivel de inversión por proyecto	Beneficios adicionales
<b>Instalación o reemplazo de sistemas de aire acondicionado (AC) de alta eficiencia tipo Inverter (EER &gt; 12).</b>	Sistemas split, (EER 10) Sistemas minisplit (EER 8) Sistemas tipo ventana (EER 7)	30 – 50%	4 a 6 años.	Aproximadamente 1.500 USD por tonelada de refrigeración.	Vida útil más larga, menos costos de mantenimiento, menos emisión de sustancias agotadoras de ozono.
<b>Sistemas minisplit (EER 8)</b>	EER entre 13 y 15.	30 – 50%	4 a 6 años.	Entre 1.200 y 1.500 USD por tonelada de refrigeración para Chillers, en sistemas centrales de refrigerante variable 2.500 USD por tonelada de refrigeración.	Vida útil más larga, menos costos de mantenimiento, menos emisión de sustancias agotadoras de ozono.
<b>Instalación o reemplazo de compresores de alta eficiencia en sistemas de enfriamiento.</b>	Sistemas de eficiencia estándar (80 y 85%).	20 – 30%	4 a 5 años.	2.000 y 3.000 USD por tonelada de refrigeración instalada.	Menor disipación de energía térmica, incremento en la capacidad de refrigeración, reducción de los niveles de ruido.
<b>Sistemas de automatización y control – Building Management System (BMS).</b>	NA	Hasta el 10%	4 a 6 años.	100.000 y 250.000 USD por sistema.	Mejor manejo de riesgos profesionales asociados a la iluminación, la aplicación de estos sistemas permite mejorar la calificación en certificaciones como LEED, BREEAM y Edge.
<b>Sistemas de iluminación de alta eficiencia.</b>	Sistemas de eficiencia estándar tubos fluorescentes T8, T12.	10 – 30%	2 a 4 años.	50.000 a 250.000 USD por proyecto.	Vida útil más larga, mayor confort para los trabajadores, mejor distribución de la iluminación.
<b>Uso de paneles fotovoltaicos para la producción de energía eléctrica.</b>	NA	NA	10 a 12 años para proyectos menores a 1 MW.	1.200 y 1.500 USD/kWp en sistemas conectados a la red sin sistemas de baterías para almacenamiento.	Menores costos energéticos, aprovechamiento de energía renovable, en lugares donde la energía no es estable se puede utilizar como sistema de respaldo.



El sector de grandes superficies puede aplicar a certificaciones que validan el **USO de eficiente de energía y recursos** en edificios:

- ▶ Certificación LEED del el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos.
- ▶ Certificación BREEAM.
- ▶ Certificación EDGE de IFC.



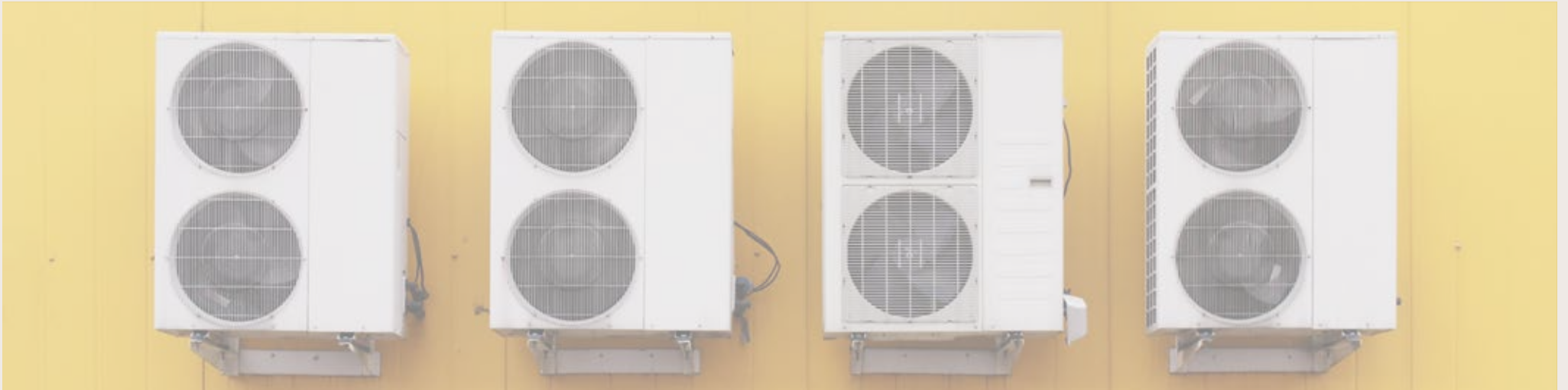
## 6. Análisis de riesgos técnicos ambientales y sociales

En la tabla 5 se presentan los principales riesgos técnicos, ambientales y sociales tales que deben tenerse en cuenta al realizar inversiones en el sector, así como las acciones para su mitigación.

**Tabla 5.** Matriz de riesgos técnicos, ambientales, financieros y sociales.

Riesgo	Tipo	Acción para su mitigación
<b>Emisión de agentes refrigerantes que agotan la capa de ozono en equipos de refrigeración y cámaras de frío.</b>	<b>Ambiental</b>	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.
<b>El reemplazo de los sistemas y equipos actuales puede presentar un riesgo de contaminación si no se disponen idóneamente.</b>	<b>Ambiental/ Técnico</b>	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 5.** Matriz de riesgos técnicos, ambientales, financieros y sociales.


Riesgo	Tipo	Acción para su mitigación
<b>La generación de energía solar puede ser menor que la esperada</b>	<b>Técnico</b>	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. Usar equipos que cuentan con certificaciones internacionales y respaldados por proveedores con experiencia.
<b>Ahorros en los proyectos de eficiencia energética.</b>	<b>Financiero/ Técnico</b>	Asegurar que el diseño del proyecto es correcto y que se usan tecnologías con certificación de eficiencia energética.




## 7. Criterios de elegibilidad

El sector de grandes superficies tiene gran potencial de implementación de inversiones en EE para la mejora de sus procesos. Los criterios de elegibilidad que se recomiendan para aprobar la financiación de los proyectos por parte de las IF's 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.



## 8. 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 6 y que deben ser medidos antes y después de la implementación de los proyectos de inversión en eficiencia energética y/o energías renovables.

**Tabla 6.** Indicadores de monitoreo de eficiencia energética en el sector de grandes superficies.

Indicador	Unidad	Valor Exante	Valor Expost
Energía eléctrica.	kWh/m <sup>2</sup> año.		
Emisiones de GEI.	KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> 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 ex post de los indicadores sugeridos en la tabla 7, 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 7.** 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 <sub>2</sub> /año.





## 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 m<sup>2</sup> 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 kgCO<sub>2</sub>/kWh y una tarifa de energía de 0,15 USD/kWh.



En la tabla 8 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/m<sup>2</sup>/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/m<sup>2</sup>/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 tonCO<sub>2</sub>/año; Posteriormente este valor se divide por el área total para obtener un valor de 178,73 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/año. Para el valor expost se realiza el mismo ejercicio con el consumo eléctrico después del proyecto para obtener 139,4 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/año.

**Tabla 8.** Indicadores de monitoreo caso de estudio.

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

Como resultado se presenta en la tabla 9 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 kgCO<sub>2</sub>/ año.

**Tabla 9.** Indicadores de mejora caso de estudio.

Indicador	Unidad	Valor
<b>Reducción del consumo de energía eléctrica.</b>	kWh/año.	103,4 x 8.137 = 841.056
<b>Reducción de emisiones de GEI.</b>	Kg CO <sub>2</sub> /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\\_driv](https://www.carbontrust.com/media/13063/ctg070_variable_speed_driv)
- 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](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

---