



Acelerando la
eficiencia energética
en Municipios:



Guía para la Agregación
de Proyectos



Acelerando la Eficiencia Energética en Municipios:

Guía para la Agregación de Proyectos

Editores

Jorge Rogat Castillo

Xianli Zhu

Clara Camarasa Hernando

Rahul Raju Dusa

Noviembre 2020

Reconocimientos:

La Asociación PNUMA-UTD agradece a Mark Lister, Ksenia Petrichenko, antiguos miembros del PNUMA-UDT, por haber iniciado el trabajo sobre agregación de proyectos. Se le agradece también a Begonia Gutiérrez Figueroa por el apoyo brindado en la edición y preparación de esta guía.

Traducción: Rose Marie Vargas

Diseño gráfico: Sol Bagur

IISBN 978-87-93458-84-0

Esta guía puede ser descargada de <http://www.c2e2.unepdtu.org>; <http://www.unepdtu.org>

© UNEP DTU Partnership 2020. Todos derechos reservados.

Cualquier consulta sobre derechos y licencias debe dirigirse a:

Copenhagen Centre on Energy Efficiency

UNEP DTU Partnership

Marmorvej 51

2100 Copenhagen Ø

Denmark

Phone: +45 4533 5310

[hp://www.c2e2.unepdtu.org](http://www.c2e2.unepdtu.org)

Email: c2e2@dtu.dk

Referencias sugeridas:

Rogat, J.C., Zhu, X., Camarasa, C., Dusa, R.R. (Eds) 2020. Acelerando la Eficiencia Energética en Municipios: Guía para la Agregación de Proyectos. Centre on Energy Efficiency, UNEP DTU Partnership.

Limitación de responsabilidad

Esta publicación es una producción del Centro de Eficiencia Energética de Copenhague (C2E2, por su sigla en inglés). Los hallazgos, sugerencias y conclusiones presentadas en la presente publicación corresponden plenamente a sus autores y no deben atribuirse de manera alguna al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) o al Centro de Eficiencia Energética de Copenhague, o la Asociación PNUMA DTU.



Prefacio

El cambio climático es una de las mayores amenazas que enfrenta la humanidad hoy en día. En la Cumbre de la ONU sobre Acción Climática de septiembre de 2019, 66 países y más de 100 ciudades se comprometieron a lograr neutralidad en los niveles de carbono hasta el año 2050.¹ En mayo de 2020, la plataforma sobre acciones en el cambio climático de la Convención Marco sobre Cambio Climático de la ONU (CMCC) había registrado acciones destinadas al cambio por parte de más de 10.000 ciudades en todo el mundo.² Este compromiso complementa la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada por los estados Miembros de la ONU en 2015, que proporciona un anteproyecto compartido para la paz y prosperidad de los pueblos y el planeta ahora y hacia el futuro. En su núcleo están los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), que son un llamado urgente a la acción por parte de todos los países –desarrollados y en desarrollo– en una alianza global. Por medio de los ODS reconocen que el fin de la pobreza y otras privaciones deben ir de la mano de estrategias que mejoren la salud y educación, reduzcan la desigualdad e impulsen el crecimiento económico –mientras se hace frente al cambio climático y se despliegan esfuerzos para preservar nuestros océanos y bosques.

La tasa de urbanización mundial alcanzó 55 por ciento en 2018, y las proyecciones de la ONU señalan que para 2050 se incrementará a 68 por ciento, agregando otros 2,5 mil millones de habitantes a la población urbana mundial. Se prevé un crecimiento de noventa por ciento de la población urbana de África y Asia (ONU, 2019).³ Las personas se trasladan a las ciudades en busca de oportunidades de trabajo, mejor calidad de vida y mayor acceso a los servicios públicos como atención de salud y educación.

La eficiencia energética (EE) puede traer múltiples beneficios a los municipios, lo cual incluye ahorro de energía y costos, creación de empleos locales, reducción de la contaminación local del aire, más comodidad y productividad interior y mejor salud para la población local. Para la Agencia Internacional de la Energía (AIE) la EE es el “primer combustible”. Es el principio de primera línea del Paquete de Energía Limpia de la UE y de la Reglamentación para la Gobernanza de la Unión de la Energía (Energy Union Governance Regulation). A menudo se identifica como la opción de mitigación más barata y de combustible más limpio. Es natural para sociedad esperar que los gobiernos municipales encabezen las acciones de EE en sus actividades.

Frente a estos antecedentes, el Centro de Eficiencia Energética de Copenhague (C2E2, por su sigla en Inglés) viene enfocando su trabajo reciente en mejoras de EE en países y municipios en desarrollo, habiendo emprendido numerosas actividades e iniciativas en varias regiones. Una de ellas es acelerar y mejorar la implementación de proyectos y programas de optimización de la EE. El C2E2 tiene como propósito brindar experticia dinámica, estructurada y agregada sobre los aspectos técnicos y de negocios relacionados con el desarrollo e inversión en proyectos e iniciativas de EE. El C2E2 puede apoyar a los municipios, al igual que a otras partes interesadas, con asesoramiento técnico para llevar a cabo las intervenciones de EE, agregando proyectos de diferentes localidades con contextos similares y dentro de áreas temáticas específicas por medio del método de “Agregación de Proyectos”. La asistencia técnica es proporcionada por expertos internacionales en energía con conocimiento y experiencia en la ejecución del proyecto de EE en todas las regiones. El C2E2 puede ayudar a desarrollar ideas, que desemboquen en un proyecto calificado para la inversión, así como en una amplia variedad de recursos a fin de aumentar la capacidad local de valoración del proyecto, su diseño e implementación.

John M. Christensen
Director de la Asociación PNUMA-UTD

Gabriela Prata Dias
Directora del Centro de Eficiencia Energética Copenhague

¹ IISD. 2019. 77 Countries, 100+ Cities Commit to Net Zero Carbon Emissions by 2050 at Climate. Disponible en: [Cumbrehttps://sdg.iisd.org/news/77-countries-100-cities-commit-to-net-zero-carbon-emissions-by-2050-at-climate-summit/](https://sdg.iisd.org/news/77-countries-100-cities-commit-to-net-zero-carbon-emissions-by-2050-at-climate-summit/)

² Disponible en: <https://climateaction.unfccc.int/views/stakeholders.html?type=cities>

³ Departamento de Asuntos Económicos y Sociales- Naciones Unidas, División de Población. 2019. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420). Nueva York: Organización de Naciones Unidas.

Acrónimos

En orden alfabético:

AHU – Unidades de Tratamiento de Aire
C2E2- Centro de Eficiencia Energética de Copenhague
CAPEX-Gastos de capital
CBA- Análisis de costo-beneficio
CDM-Mecanismo de Desarrollo Limpio
CER- Reducción de emisiones de carbono
CFL – Luminaria Fluorescente Compacta
D.C. –Corriente directa
DG set – Generador a diésel
D/X – Expansión directa
ECM –Medidas de Conservación de Energía
EE- Eficiencia Energética
EMS-Sistema de gestión de energética
ENCON – Conservación de Energía
EPC- Contratación por Rendimiento Energético
EPI- Índice de rendimiento energético
ESA- Acuerdo de Servicios Energéticos
ESCO- Empresa de servicio de energía
ESPC- Contrato de rendimiento del ahorro de energía
FAD – Caudal de aire compresor
FO/LSHS – Fuelóleo pesado con un contenido de azufre lo suficientemente bajo
GEI- Gases de efecto invernadero
GFA- Convenio de Garantía de Instalación
GMF- Fondo Ecológico Municipal
HSD – Diésel de alta velocidad
IEA- Agencia Internacional de la Energía
IFI – Instituciones Internacionales de Financiamiento
IRR Tasa Interna de Retorno
LED- Diodo emisor de luz
LFL – Farol Fluorescente lineal
MCA- Análisis Multicriterio
MDB – Bancos multilaterales de desarrollo
MRV- Medición Reporte y Verificación
MVA – Mega voltios amperios

NDC- Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional

NPV- Valor Neto Actual

O&M – Funcionamiento y mantenimiento

OBF- Financiación en la Factura

ODS- Objetivos del Desarrollo Sostenible

OLTC- Analizador de cambiador de tomas

ONU- Organización de Naciones Unidas

OSS- Ventanilla Única

PAYS- Paga a Medida que Ahorra

pcm – pies cúbicos por minuto

PEACC- Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático

PPP- Asociación Público Privada

QFM- Indicadores financieros cuantitativos

QPM- Indicadores del proceso cuantitativo

QTM- Indicadores técnicos cuantitativos

RF- Fondo Rotatorio

RH – Humedad relativa

ROI- Retorno de la Inversión

SEGR – Tasa de Generación de Energía Específica

SMARTER – Específico, Motivador, Alcanzable y Acordado, Relevante, con Limitación en el Tiempo, Evaluación y Reajuste

SWOT- Fortalezas Debilidades Oportunidades y Amenazas

TR – Toneladas de refrigeración

U4E- Unidos para la Eficiencia

UE- Unión Europea

VAM – Máquina de Absorción Vapor

VSD – Mando de regulación de velocidad

Cuadros

- Cuadro 1.1 El sector público municipal y su demanda de energía
- Cuadro 1.2 Barreras a proyectos de EE a escala municipal
- Cuadro 1.3 Medidas de políticas para superar las barreras a la EE
- Cuadro 1.4 Ejemplo de un cuadro de resumen de estrategia
- Cuadro 3.1 Porcentaje de eficiencia y costo por tipo de luminaria
- Cuadro 3.2 Potenciales medidas de EE para edificios
- Cuadro 4.1 Barreras fundamentales para los modelos empresariales de EE en municipios
- Cuadro 4.2 Barreras por modelo empresarial EE de agregación
- Cuadro 5.1 Riesgos no cuantificables de reacondicionamiento de EE
- Cuadro 5.2 Riesgos cuantificables de reacondicionamiento de EE
- Cuadro 5.3 Mecanismos de PPP en la senda de las políticas de EE según EIA
- Cuadro 5.4 Proyectos de EE Municipales Ilustrativos y Opciones de Financiamiento Relacionadas
- Cuadro 5.5 Árbol de decisiones para financiamiento municipal de proyectos de EE
- Cuadro 6.1 Ejemplos de Métricas utilizadas en un sistema MRV para proyectos de EE
- Cuadro 6.2 Caracterización de los proyectos agregados
- Cuadro 6.3 MRV para proyectos que instalan más sistemas de iluminación vial de energía eficiente

Recuadros

- Recuadro 1.1 Diferencias entre visión, estrategia, planificación estratégica, hoja de ruta y plan de acción cuando se aborda la EE en el ámbito municipal
- Recuadro 1.2 Pasos cruciales recomendados en el enfoque del mapeo energético
- Recuadro 1.3 Ejemplos de potencial alcanzado/ identificado de EE en el ámbito municipal
- Recuadro 1.4 Muestra de sistemas de evaluación de energía y pruebas comparativas de GEI
- Recuadro 1.5 Ejemplo de un mecanismo de mercado de EE exitoso
- Recuadro 2.1 Ejemplo de medida de EE: LED versus luminarias incandescentes
- Recuadro 2.2 Iniciativa Unidos por la Eficiencia (U4E)
- Recuadro 3.1 EE en iluminación vial – El caso de América Latina y Canadá
- Recuadro 3.2 EE del suministro de agua- El caso de Jordania
- Recuadro 3.3 EE de edificios públicos- El caso de Brasil
- Recuadro 4.1 Iluminación vial con EE- El caso de Brasil
- Recuadro 5.1 Ejemplo de Súper ESCO – EESL India
- Recuadro 5.2 El Fondo Fiduciario de Iniciativas Ecológicas de la Ciudad de Pittsburg
- Recuadro 5.3 Ejemplo de mejor práctica del fondo rotatorio – Fondo Ecológico Municipal de Canadá (GMF, por su sigla en inglés)
- Recuadro 5.4 Financiamiento de proyectos de EE municipales- las prácticas de EE.UU

Figuras

- Figura 1.1 Pasos en la planificación estratégica
- Figura 1.2 Esquema de las políticas y contexto para la planificación estratégica
- Figura 1.3 Diagrama de Flujo de Energía para la ciudad de Almaty en 2015 (GWh/año)
- Figura 1.4 Clasificación por categorías de la medida de ahorro de energía
- Figura 1.5 Parámetros de unidades de referencia de la muestra
- Figura 1.6 Secuencia de los siete pasos en el desarrollo de un CBA.
- Figura 1.7 Los ocho pasos para conducir el MCA sugerido en este módulo
- Figura 1.8 Análisis de barreras: proceso en cuatro pasos
- Figura 2.1 Cinco pasos en la Agregación de Proyectos
- Figura 2.2 Modelo SPV para inversión en una Agregación de Proyectos de eficiencia energética municipal
- Figura 2.3 Asistencia técnica de C2E2 a gobiernos locales
- Figura 4.1 Principales metas de la Agregación de Proyectos de EE
- Figura 4.2 Modelo de ahorros compartidos EPC
- Figura 4.3 Modelo de ahorros EPC garantizados
- Figura 4.4 Modelo de financiamiento PAYS
- Figura 4.5 Ejemplo de estructura de modelo ESCO para alumbrado público
- Figura 4.6 Mapeo de partes interesadas claves en el ecosistema de renovación del edificio
- Figura 5.1 Financiamiento de EE- Una escalera de opciones
- Figura 5.2 Principales factores que influyen en la disponibilidad de diferentes modelos de financiamiento
- Figura 6.1 Implementación de MRV de manera continua

Contenido

Prefacio.....	iv
Acrónimos.....	v
Contenido.....	ix
Introducción.....	1
Fundamento.....	1
Objetivo.....	1
Alcance	1
Audiencia.....	2
Cómo utilizar la Guía.....	2
Contenido y estructura de la Guía.....	2
Módulo 1. Planificación estratégica de eficiencia energética para municipios.....	6
1.1. Importancia de las acciones de eficiencia energética en el sector público municipal.....	7
1.2. Acerca de la planificación estratégica, su contenido y empleo.....	8
1.2.1. Planificación estratégica del sector público y sus aspectos fundamentales.....	8
1.2.2. Los contenidos y beneficios de la planificación estratégica de la eficiencia energética para los municipios.....	9
1.3. Pasos en la planificación estratégica.....	9
1.3.1. Paso 1- Esquema de las metas, políticas y medidas existentes en el contexto municipal.....	10
1.3.2. Paso 2- Mapeo del uso de energía del sector público municipal.....	11
1.3.3. Paso 3- Valore el potencial de mejora en eficiencia energética.....	12
1.3.4. Paso 4- Desarrollo de un plan de acción, métodos y criterios para la selección del área estratégica.....	16
1.3.5. Paso 5- Identificación de barreras y análisis por medio de consultas a las partes interesadas.....	18
1.3.6. Paso 6- Formulación y lanzamiento de la estrategia.....	20
1.4. Conclusiones.....	21
1.5. Lectura recomendada.....	21
Módulo 2. Agregación de Proyectos: introducción y pasos.....	23
2.1. Pasos cruciales en la Agregación de Proyectos.....	26
2.1.1. Paso 1- Generación de ideas de proyecto.....	26
2.1.2. Paso 2- Valoración técnica y económica de invertir en el proyecto.....	26
2.1.3. Paso 3- Modelos empresariales y opciones de financiamiento.....	26
2.1.4. Paso 4- Adquisición Masiva para la Agregación de Proyectos.....	28

2.1.5. Paso 5- Inversión en infraestructura en el paquete.....	28
2.2. El trabajo del Centro de Eficiencia Energética de Copenhague.....	28
2.3. Conclusiones.....	29
2.4. Lectura recomendada.....	29
Módulo 3. Evaluación rápida de proyectos de eficiencia energética para municipios.....	30
3.1. Esquema general de las soluciones y medidas técnicas de apoyo a la Agregación de Proyectos.....	31
3.2. Potencial de EE en iluminación vial, sistema de abastecimiento de agua y edificios públicos.....	31
3.2.1. Iluminación vial.....	31
3.2.2. Sistemas de abastecimiento de agua.....	32
3.2.3. Edificios públicos.....	33
3.3. Pasos claves para desarrollar una evaluación rápida.....	34
3.3.1. Datos preliminares para la evaluación rápida.....	34
3.3.1.1. Iluminación vial.....	35
3.3.1.2. Sistemas de abastecimiento de agua.....	37
3.3.1.3. Edificios públicos	38
3.3.2. Cómo analizar los datos.....	39
3.4. Conclusiones.....	40
3.5. Lectura recomendada.....	40
Módulo 4 Modelos empresariales para la Agregación de Proyectos de eficiencia energética para municipios.....	41
4.1. Modelos empresariales de agregación de eficiencia energética.....	42
4.1.1. Modelo empresarial ESCO.....	42
4.1.2. Modelo empresarial Súper ESCO.....	44
4.1.3. Modelo paga mientras ahorras.....	44
4.2. Comparación de modelos de empresas de agregación de eficiencia energética.....	45
4.2.1. Barreras.....	45
4.2.2. Oportunidades.....	47
4.3. Modelos empresariales vigentes para una renovación profunda de edificio público.....	48
4.3.1. Modelo de ventanilla única.....	49
4.3.2. Mecanismos de financiamiento innovadores.....	49
4.3.3. Nuevos modelos de recaudación.....	49
4.4. Conclusiones.....	50
4.5. Lectura recomendada.....	50
Módulo 5 Financiamiento de paquetes de Agregación de Proyectos de eficiencia energética para municipios.....	51
5.1 Financiamiento del paquete de Agregación de Proyectos de eficiencia energética municipal- Requisitos y opciones.....	52

5.1.1 Requisitos para un financiamiento con éxito.....	52
5.1.2 Opciones de financiamiento para proyectos de eficiencia energética.....	53
5.1.3 Factores que influyen en la disponibilidad de mecanismos financieros en diferentes municipios.....	54
5.2 Financiamiento y donaciones del presupuesto municipal.....	54
5.3 Soluciones de financiamiento fuera de balance.....	54
5.3.1 ESCO.....	55
5.3.2 Financiamiento en la factura.....	55
5.3.3 Crédito de los Proveedores.....	55
5.3.4 Arrendamiento ecológico.....	55
5.4 Crédito comercial y crédito de desarrollo.....	56
5.4.1 Cómo conseguir que un proyecto logre perspectivas de rentabilidad.....	56
5.4.2. Gestión de riesgos.....	56
5.5 Mecanismos para el financiamiento e implementación de paquetes de Agregación de Proyectos de eficiencia energética.....	58
5.5.1 Utilización de la asociación público-privada (PPP) para apalancar la inversión privada.....	58
5.5.2 Desarrollo de capacidad institucional- ESCO Pública y Fondo Rotatorio.....	59
5.5.3. Educación y desarrollo de capacidad.....	61
5.6 Diseño de las soluciones financieras correctas para cada paquete de Agregación de Proyectos.....	61
5.7 Conclusiones.....	64
5.8 Lectura recomendada.....	64
Módulo 6. Evaluación del desempeño e impactos de los Paquetes de Agregación de Proyectos.....	65
6.1 Marcos de MRV e información de seguimiento.....	66
6.2 La Medición en el sistema MRV.....	67
6.3 Presentación de informes en el sistema MRV.....	70
6.4 Verificación en el sistema MRV.....	70
6.5 Organización de información en el sistema MRV.....	71
6.6 Conclusiones.....	72
6.7 Lecturas recomendadas.....	72
Anexos.....	73
Anexo I. Guía para desarrollar el mapeo de la energía en un ámbito municipal.....	74
Anexo II Identificación del potencial de eficiencia energética por medio de auditorías energéticas detalladas.....	77
Anexo III. Cuestionario para evaluación rápida de edificios.....	78
Anexo IV Cálculo de la reducción de emisiones de GEI por menor consumo de electricidad anual del sistema de iluminación más eficiente	83

Introducción

Jorge Rogat Castillo

Fundamento

La eficiencia energética (EE) es ampliamente reconocida como una de las maneras más efectivas de lograr una reducción en las emisiones de CO₂ y apoyar el logro del Objetivo 7 del Desarrollo Sostenible (ODS7): Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos, con la finalidad de doblar la tasa global de mejora de la EE para el año 2030. No obstante, pese al considerable potencial de inversión en EE, este ha sido ampliamente desaprovechado. Las razones probables yacen en las barreras que obstaculizan las inversiones en intervenciones en EE y, lo que quizás es más importante, la falta de estrategias integrales y bien diseñadas para la EE.

Los municipios tienen la autoridad y recursos para emprender el accionar necesario en el ámbito local. Por tanto, cumplen un papel crucial en la implementación de proyectos y programas de EE para las metas de mitigación del carbono junto al logro de los ODS. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los proyectos de EE propuestos por los municipios son muy pequeños y por tanto nada interesantes para los financiadores. Debido a ello, los proyectos no se implementan. La ejecución de programas y proyectos que emanan de una estrategia de EE para una ciudad/municipio bien estructurado puede facilitarse con el enfoque de Agregación de Proyectos. Además de contribuir a ampliar las intervenciones de EE agregando proyectos más pequeños a portafolios más grandes, este enfoque puede ayudar a eliminar barreras.

La combinación de proyectos o elementos de proyectos en un proyecto único o portafolio de proyectos con el objetivo de lograr economías de escala, podría ser una contribución significativa a la ampliación de iniciativas de EE. Componentes como administración, licitación, contratación y adquisición, diseño del proyecto, entregas y otros pueden simplificarse, lo cual aumenta significativamente la eficiencia y reduce los costos de transacción. El componente financiero puede, de manera similar, agruparse, de modo que el requisito de financiamiento sea mayor y más atractivo para los financiadores. Debido a todos estos beneficios, la Agregación de Proyectos es un instrumento eficiente para promover y permitir inversiones en proyectos de EE y, con ello, incrementar paulatinamente su ejecución.

Objetivo

La presente Guía ha sido desarrollada por el Centro de Eficiencia Energética de Copenhague (C2E2, por su sigla en Inglés). Tiene un doble objetivo. Primero, proporcionar una orientación dinámica y estructurada sobre cómo desarrollar una estrategia integral de EE para ciudades y municipios. Segundo, proporcionar una orientación sobre los aspectos técnicos, operativos y financieros relacionados con el método de Agregación de Proyectos, que facilitaría significativamente la implementación de programas y proyectos que emanen de planes estratégicos de EE. Si bien el enfoque de Agregación de Proyectos puede aplicarse a proyectos en varias áreas de intervención –como construcción, infraestructura caminera, abastecimiento de agua y servicios de transporte público– la Guía sobre Agregación de Proyectos se enfoca en tres áreas principales: edificios públicos (calefacción y aire acondicionado), iluminación vial y abastecimiento de agua. Para ello, la Guía presenta una metodología en la cual el enfoque de Agregación de Proyectos se describe en un proceso paso a paso.

Alcance

El contenido descrito en la Guía se concentra en la optimización de proyectos de EE por parte de municipios. En este sentido, por municipio se entiende una división administrativa que puede ser una ciudad, pueblo o una agrupación de pueblos. La diferencia entre una ciudad y un municipio es que una ciudad es un enclave urbano planificado y con amplia población. Mientras que las ciudades son divisiones de un estado o provincia, los municipios son divisiones de un lugar que está dividido de esa manera para su autogobierno local.

En la presente Guía, EE se refiere a la cantidad de entradas de energía requeridas para obtener cierto volumen de producción de energía útil mediante un proceso de transformación o conversión. Por tanto, una EE mejorada implica utilizar menos entrada de energía para obtener el mismo (o mejor) servicio o producto, en tanto que la energía renovable introduce sostenibilidad ambiental a través de la sustitución de combustibles fósiles convencionales o fuentes de energía no renovable por fuentes de energía renovable para el abastecimiento de energía.

Audiencia

La Guía está dirigida a alcaldes municipales, sus asesores y otras partes interesadas en la preparación de planes estratégicos de EE que pueden utilizarse e implementarse en los municipios de un país por medio de la Agregación de Proyectos. Puesto que la audiencia meta posiblemente carece del tiempo necesario para leer documentos extensos, la presente Guía es simple y corta. Si bien la Guía ha sido desarrollada pensando en municipios de países en desarrollo, al tomar en cuenta las diferencias imperantes respecto a las condiciones locales, también puede ser utilizada por alcaldes y encargados de tomar decisiones en países desarrollados.

Cómo utilizar la Guía

La Guía consta de seis módulos, escritos en forma de folletos. Aunque los módulos de la Guía pueden utilizarse de manera independiente entre sí, dependiendo de las necesidades del usuario, se recomienda leerla íntegra y secuencialmente. Esto debido a que se desarrolla y presenta de forma cohesiva, con módulos vinculados entre sí. Al leer íntegramente la Guía el lector logrará una comprensión metódica de la metodología y de lo que se requiere para tener éxito.

La presente Guía se desarrolla a partir de la bibliografía existente y la adapta al sector público municipal. Proporciona referencias útiles al final, al igual que mayor información y fuentes bibliográficas al concluir cada módulo.

Contenido y estructura de la Guía

La guía se compone de seis módulos. El Módulo 1 comienza con una orientación sobre cómo desarrollar un plan estratégico de EE para municipios y cómo su implementación puede verse facilitada por medio del enfoque de Agregación de Proyectos. El Módulo 2 presenta una introducción y definición de conceptos en Agregación de Proyectos. El Módulo 3 proporciona elementos cruciales y pasos en el desarrollo de una valoración rápida de energía para impulsar la EE en el ámbito municipal. El Módulo 4 comparte una síntesis de los modelos empresariales para implementar la Agregación de Proyectos de EE en el sector público. El Módulo 5 abunda sobre el financiamiento de una Agregación de Proyectos de EE municipales. El Módulo 6 define acciones fundamentales en la creación de un sistema de medición, informe y verificación (MRV, por su sigla en inglés). A continuación se presenta una breve descripción del contenido de cada uno de los módulos:

Módulo 1. Planificación estratégica de eficiencia energética para municipios



Es posible que la falta de planes estratégicos para EE en el ámbito de la ciudad o municipio haya obstaculizado la implementación de nuevas iniciativas de EE. Es crucial haber desarrollado un plan estratégico de largo plazo bien diseñado de EE, desde el cual programas y proyectos destinados a lograr las metas establecidas en el plan estratégico se estén poniendo en práctica. En un proceso paso por paso, este módulo guiará el desarrollo de un plan estratégico de EE. La orientación será genérica y podrá utilizarse para desarrollar un plan estratégico en cualquiera de los sectores energéticos de la economía. El método de Agregación de Proyectos se enfocará en las tres áreas de energía mencionadas anteriormente.

Módulo 2. Agregación de Proyectos: introducción y pasos



Este módulo brinda una introducción a la Agregación de Proyectos que van a desarrollar e implementar los municipios, al combinar varios proyectos pequeños en un proyecto único y más grande en las áreas de edificios, iluminación vial y abastecimiento de agua. Se presenta una breve introducción a los temas y conceptos de por qué la agregación es clave para desbloquear el financiamiento. Es un intento de contextualizar el tema y la importancia de alcanzar una escala mayor en las mejoras a la EE. Esto se hace con referencia a las expectativas generales del potencial de la EE, así como al potencial de contribución a las metas climáticas, la amplitud de las ambiciones de EE ya nombradas, y la brecha entre los niveles actuales y los requeridos de financiamiento para proyectos de EE.

El módulo también aborda brevemente por qué las inversiones en EE no están aún en el nivel deseado y por qué la Agregación de Proyectos en EE es difícil de financiar. Este es un buen punto para introducir, asimismo, algunas referencias de comportamiento y sociopolíticas en torno a la falta de conexión entre las ambiciones gubernamentales y la realidad, y por qué a menudo no se prioriza lo suficiente la EE, en lugar de optar por un enfoque más racional/ neoclásico, a la hora de abordar el debate en torno a las barreras. El módulo introduce igualmente ciertos antecedentes sobre por qué y cuánto podría ayudar la Agregación de Proyectos a reducir los costos de transacción, por qué y cómo pueden destrabar nuevas y mayores oportunidades de inversión, la necesidad de crear modelos estandarizados, aspectos de estandarización a considerar, datos que se requieren para lograr una agregación viable y así sucesivamente. El módulo destaca barreras específicas en las tres áreas de intervención y, por tanto, qué se debe tener preparado para que una Agregación de Proyectos tenga éxito en el área de la EE.

También se presenta orientación sobre cómo el C2E2 puede apoyar a los municipios en el proceso de preparar e implementar la Agregación de Proyectos

Módulo 3. Evaluación rápida de proyectos de eficiencia energética para municipios



Este módulo orienta a los alcaldes municipales, sus asesores y otros encargados de tomar decisiones sobre el papel del análisis técnico en los proyectos de EE. El análisis puede aplicarse adicionalmente a medida que se agregan proyectos de EE bajo el régimen de Agregación de Proyectos, sobre el cual versa la Guía. Proporciona una explicación del papel de los procedimientos estandarizados para reducir los costos de transacción, y la necesidad y rol de herramientas en línea para la recolección de datos y registro del proyecto, si no se cuenta con los requisitos para que los municipios creen paquetes eficientes de Agregación de Proyectos. Presenta asimismo listas de verificación para que los municipios las utilicen al examinar la buena disposición para desarrollar el proyecto y su capacidad de registrar un proyecto de EE. Proporciona pautas para utilizar herramientas que han sido desarrolladas para expresiones de interés y el registro del proyecto por parte de los municipios –a través de formularios para la recolección de datos estandarizados con datos cruciales, a fin de establecer las dimensiones de un proyecto agregado potencialmente factible desde el punto de vista técnico. Aunque el módulo se enfoca principalmente en edificios, sistemas/ unidades de abastecimiento de agua y proyectos de iluminación vial, puede adoptarse para proyectos de otro sector con las plantillas adicionales adecuadas. Estos registros permitirán el análisis de datos estandarizados para cada área de agregación y la presentación de parámetros cruciales en un informe de prefactibilidad para el paquete de agregación del proyecto.

Módulo 4. Modelos empresariales para la Agregación de Proyectos de eficiencia energética para municipios



Este módulo describe los principios de modelos empresariales de agregación de EE y regímenes financieros para que la agregación de proyectos sea factible. Describe también las características de estos modelos empresariales, sus ventajas y barreras y de qué manera municipios y propietarios de edificios pueden utilizarlos en diferentes escenarios. También aborda las preguntas que muy probablemente formularán inversionistas acerca de cada uno de estos modelos, entre ellas:

- Estructuras financieras y su conexión con los modelos empresariales de agregación.
- Reglamentación de mercado y regímenes de políticas.
- Barreras y oportunidades para los modelos empresariales de agregación de EE.

Se elaborará una lista de verificación para que los municipios examinen las opciones, seleccionen una estructura de proyecto de su preferencia y presenten la información correcta a los potenciales financiadores. Para esto recurrirá a la experiencia de modelos empresariales innovadores y en desarrollo en la Unión Europea, permitiendo así un espectro más amplio de oportunidades prácticas para funcionarios públicos.

Módulo 5. Financiamiento de paquetes de Agregación de Proyectos de eficiencia energética para municipios

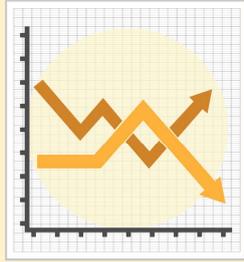


Este módulo examina las diversas opciones financieras para paquetes de Agregación de Proyectos municipales de EE, lo cual comprende cómo trabajan, así como sus ventajas y desventajas con algunos ejemplos concretos.

Las opciones de financiamiento incluyen financiamiento de presupuesto de los municipios, donaciones de gobiernos en el ámbito nacional o estatal y donantes internacionales (así como mecanismos de financiación climática), asociaciones público-privadas o fuentes comerciales, o financiamiento fuera de balance. Excepto para un financiamiento y donaciones de un municipio, que puede utilizarse con propósitos sociales, cualquier financiamiento externo requiere una tasa mínima de rendimiento para el proyecto, y un riesgo técnico y financiero reducido. La tasa mínima de rendimiento puede variar de un país a otro, dependiendo del tipo de proyecto, los prestatarios, la solvencia, los niveles de riesgo del proyecto y el vencimiento de los préstamos.

El módulo proporciona algunos de los factores que los municipios deben considerar al seleccionar entre diferentes opciones de financiamiento. Presenta asimismo una sección sobre medidas institucionales y financieras de largo plazo y las acciones necesarias para asegurar el financiamiento y la ejecución continuos del proyecto de EE municipal.

Módulo 6. Evaluación del rendimiento e impactos de los Conjuntos de Proyectos



Este módulo orientará a los municipios sobre seguimiento del impacto de los proyectos en el clima utilizando el método de agregación de proyectos y cómo un sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV), concebido en la fase inicial y a partir de su continuidad puede ser útil para este propósito.

Se incluye asimismo una descripción de las probables estructuras y prácticas que pueden utilizarse para asegurar que los marcos MRV sean sólidos y aplicables a los tres tipos de proyectos de EE seleccionados para esta guía, y pueden compartirse con otros alcaldes municipales del mundo interesados en la Agregación de Proyectos.

Este módulo abarca asimismo un enfoque sugerido para el cálculo e informe de los indicadores principales para que los municipios establezcan los fundamentos y supervisen los avances, con la finalidad de informar a las autoridades y donantes correspondientes.

Planificación estratégica de eficiencia energética para municipios



Planificación estratégica de eficiencia energética para municipios

Xianli Zhu, Rahul Raju Dusa, Jorge Rogat Castillo

1.1. Importancia de las acciones de eficiencia energética en el sector público municipal

Los gobiernos son responsables de la significativa demanda de energía en edificios públicos, infraestructura de transporte y servicios públicos, ya que ellos prestan servicios públicos municipales (véase Cuadro 1.1). Es de interés de los gobiernos y poblaciones locales que los municipios proporcionen servicios financiados públicamente de la mejor manera posible en términos de costo y eficiencia⁴.

Sobre esta base, este módulo pretende proporcionar una orientación sistemática breve acerca de cómo crear planes estratégicos sólidos y operativos de eficiencia energética (EE) para el sector público municipal. Se enfoca en las funciones del municipio como consumidor y en cómo este puede servir de ejemplo y mejorar la EE en sus propias actividades. Primero explica qué es una estrategia de EE y por qué es necesario y relevante desarrollarla. Luego brinda una guía de seis pasos sobre cómo preparar una estrategia municipal a partir de estudios y prácticas vigentes.

Cuadro 1.1 El sector público municipal y su demanda de energía

Sector público municipal		Servicio de energía
Edificios Públicos	Oficinas	Iluminación, artefactos y equipo, calefacción y refrigeración del espacio, circulación y agua caliente
	Infraestructuras educativas	
	Infraestructuras de atención de salud	
	Viviendas públicas/sociales	
	Otros: infraestructuras para actividades deportivas, culturales y de entretenimiento, como bibliotecas, teatros, museos y centros deportivos	
Transporte	Parques de vehículos públicos	
	Infraestructura de transporte: instalaciones de tránsito masivo	
Servicios públicos	Suministro de calefacción y agua caliente	
	Aire acondicionado centralizado	
	Energía eléctrica e iluminación vial	
	Abastecimiento de agua y tratamiento de aguas residuales	
	Extracción y eliminación de los residuos	

Basado en Energy Charter Secretariat, 2008⁵

⁴ The Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe (REC), 2018. LEADS-EEP City Energy Planning Toolkit. 2018. Disponible en: <http://documents.rec.org/publications/LEADToolkitFinal.pdf>
⁵ Energy Charter Secretariat, 2008. Energy Efficiency in the Public Sector- Policies and Programmes in ECT Member Countries.

Recuadro 1.1. Diferencias entre visión, estrategia, planificación estratégica, hoja de ruta y plan de acción cuando se aborda la EE en el ámbito municipal

Visión, Estrategia, Planificación Estratégica, Hoja de Ruta y Plan de Acción

Los gobiernos del mundo utilizan diferentes términos para las acciones desarrolladas para el logro de sus metas. Normalmente estas se tratan en un documento estratégico compuesto por perspectiva, plan estratégico, hoja de ruta y plan de acción. Al integrar acciones energéticas en la agenda municipal es importante comprender primero las diferencias entre cada una de ellas y cómo cada una debe abordar los distintos aspectos.

Una **perspectiva** es una descripción de resultados que el municipio se esforzará por alcanzar. Con relación a la EE, esto se refiere al planteamiento sobre cuánta energía y emisiones de carbono pretende reducir el municipio.

Un **plan estratégico** es un documento que se utiliza para comunicar las metas del municipio y cómo lograrlas. Puede utilizarse para crear consenso entre las diferentes partes interesadas, asegurar recursos y esfuerzos continuos y exigir responsabilidades a organizaciones relevantes para el cumplimiento de las metas. De esta manera, es importante que el sistema de energía y su potencial de eficiencia sean incluidos en el plan estratégico desde una etapa temprana.

Normalmente, una **hoja de ruta** abarca una década o más e incluye pasos detallados para alcanzar ciertos objetivos. Para abordar aspectos de EE, la hoja de ruta debe distinguir entre los diversos sectores, así como potenciales sinergias entre ellos.

Un **plan de acción** plantea el cronograma de acciones que se emprenderán para lograr ciertas metas. En los últimos años, muchos países y gobiernos locales han publicado sus planes de acción climática. Es importante que estos planes sean acciones claras y cuantificables para reducir el uso de energía.

Existe extensa bibliografía sobre cómo llevar a cabo la planificación de EE en los ámbitos nacionales y subnacionales, que a menudo también incluyen al sector privado, energía renovable y otras acciones de mitigación y adaptación climática. Las fuentes bibliográficas utilizadas en el presente módulo están en pies de página y otras de lectura recomendada pueden encontrarse al final de este módulo.

1.2. Acerca de la planificación estratégica, su contenido y empleo

1.2.1. Planificación estratégica del sector público y sus aspectos fundamentales

Las raíces de la planificación estratégica del sector público son originalmente militares y están ligadas a la función política. Los gobiernos en todos los niveles llevan a cabo diversos planes en sus actividades. ¿Qué aspectos especiales tiene la planificación estratégica que la diferencia de otras actividades de rutina y planificación no estratégica?

Revisando la amplia bibliografía, Bryson y Edwards (2017)⁶ identificaron los siguientes aspectos que hacen estratégica la planificación del sector público:

- **Adecuación al contexto.** Prestando estrecha atención al contexto y adaptando el enfoque de planificación estratégica a este, aunque esta habitualmente tiene como objetivo cambiar el contexto. En el ámbito municipal esto podría referirse a los desarrollos demográficos, empleo local o a la contaminación.
- **Propósitos y metas específicas:** Pensando cuidadosamente en los propósitos y metas, lo cual incluye atención a los requisitos circunstanciales (es decir, requerimientos políticos, legales, administrativos, éticos y ambientales). Por ejemplo, los municipios deben asegurar el desarrollo sostenible de su jurisdicción desde una perspectiva ambiental al igual que social.
- **Priorización:** Un enfoque inicial en una agenda amplia para posteriormente avanzar hacia un enfoque más selectivo de acción. Algunos municipios podrían enfrentar presiones en tópicos particulares, como la creación de empleos locales.
- **Énfasis en sistemas de pensamiento.** La planificación estratégica se basa en la comprensión de la dinámica del sistema general para el cual se planifica según funciona –o idealmente debería funcionar–

⁶ Bryson, J. and Edwards, L. H., 2017. Strategic Planning in the Public Sector. Oxford Research Encyclopedias. DOI: 10.1093/acrefore/9780190224851.013.128

en el espacio y tiempo, lo cual incluye las interrelaciones entre los subsistemas constitutivos. Para garantizar mejoras en la EE, es importante tomar en consideración la perspectiva completa de los sistemas de energía.

- *Compromiso de la parte interesada.* Por lo general se refiere a los múltiples niveles de gobierno y de sectores involucrados explícita o implícitamente en el proceso de formulación e implementación de la estrategia. Las partes interesadas cruciales en un ámbito municipal son administraciones locales y regionales, proveedores/ inversionistas financieros, proveedores de energía, representantes de sector, ciudadanos, gobierno, promotores inmobiliarios, etc.
- *Análisis FODA.* Un enfoque en las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, así como en las ventajas competitivas y colaborativas. En el contexto de la EE en el ámbito municipal es necesario evaluar esto, lo cual es del mayor beneficio para gran parte de la población civil sin riesgo alguno para las futuras generaciones.
- *Pensamiento orientado al futuro:* Un enfoque acerca de los potenciales futuros para luego tomar decisiones a la luz de sus futuras consecuencias. Particularmente en los ámbitos nacional y subnacional es importante no perder la perspectiva y visión en cualesquiera expectativas relevantes.
- *Énfasis en la implementación y operatividad.* La estrategia necesita ser operativa. Con este fin, en una etapa muy temprana del proceso se debe emprender un análisis sólido de los recursos necesarios y disponibles para implementar las acciones.
- *Estrategia predeterminada y flexibilidad en la implementación.* La estrategia combina tanto la estabilidad como la flexibilidad en metas, políticas, estrategias y procesos para gestionar la complejidad, aprovechar la ventaja de oportunidades importantes y avanzar en los propósitos públicos, resiliencia y sustentabilidad frente a un futuro incierto. En el ámbito municipal hay muchas variables y entidades que necesitan converger. No cada uno de los planes pueden ejecutarse como se concibieron inicialmente y se requerirá cierta flexibilidad, especialmente durante la fase de implementación.

Aunque muchas de estas acciones fueron concebidas para un nivel nacional, pueden aplicarse a escala municipal. En la práctica, los planes estratégicos a menudo abarcan cinco años o más para proporcionar certeza a lo largo de múltiples años. Debe revisarse

regularmente durante el proceso de implementación para evaluar su efectividad, realizar mayores ajustes y adaptaciones de manera reiterada. Debido a los rápidos cambios en la tecnología y el mercado, se aconseja revisar la estrategia al menos cada tres años.

1.2.2. Los contenidos y beneficios de la planificación estratégica de la eficiencia energética para los municipios

Las municipalidades, en su rol de directores del recurso público municipal y protectores del interés público, deben incorporar la EE en sus operaciones e inversiones, y constituirse en un modelo para el sector residencial y de negocios en las acciones de EE.

La planificación estratégica de la EE para los municipios es necesaria y beneficiosa por múltiples razones:

- compromete a varias partes interesadas y eleva la sensibilización en la EE entre ellos,
- crea una comprensión común y en acciones de EE,
- crea certeza y permite la inversión de largo plazo.

El tamaño y contenidos del consumo de energía del sector público varía de un municipio a otro. No obstante, dado su tamaño, el consumo de energía pública municipal es substancial; las ciudades son centros de actividad económica y de consumo de energía. Por ejemplo, el sector público en Kazajistán consume 15 por ciento de electricidad y 30 por ciento de calefacción generada⁷. Irlanda ha establecido una meta para mejorar la EE de su sector público en 33 por ciento hasta 2020, a partir de la base de 2009. Una medida clave fue la promulgación de una Estrategia de EE del Sector Público en 2017. Para fines de 2018, el sector público del país ha mejorado en 27 por ciento desde 2009, lo cual resulta en 1,3 mil millones de EUR en ahorros de energía y 4,6 millones de toneladas de emisiones de CO₂ evitadas desde 2009⁸. Para coordinar las acciones de manera efectiva a fin de aprovechar las enormes oportunidades de mejorar la EE en el sector público es necesario realizar la planificación estratégica para las acciones enfocadas en EE en el ámbito municipal.

1.3. Pasos en la planificación estratégica

Para iniciar la planificación estratégica se conforma el equipo principal junto a varios actores clave involucrados, y se elaboran los términos generales de referencia que incluyen: duración de la estrategia, expectativas para la planificación estratégica,

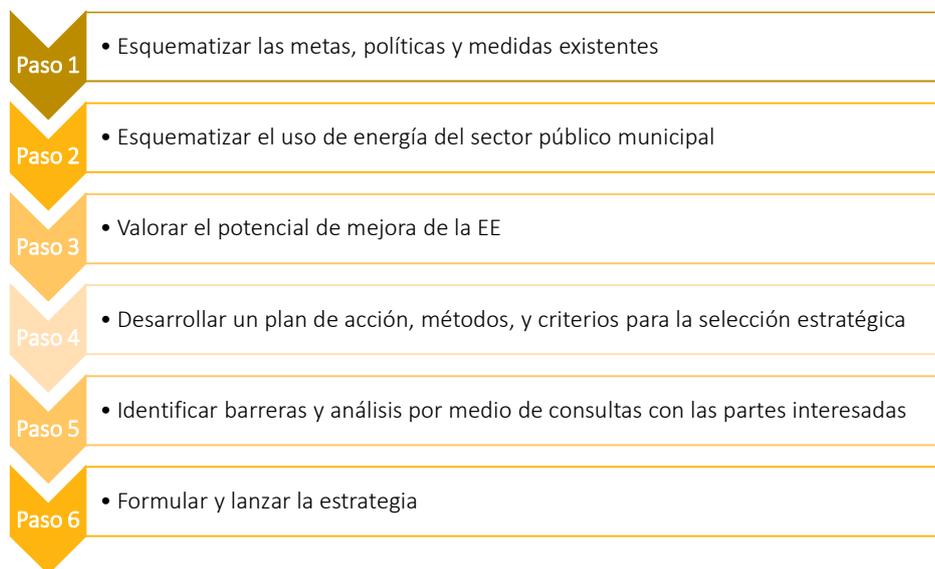
⁷ World Bank, 2018. Synthesis Report Unlocking Energy Efficiency Potentials in Cities in Kazakhstan. Disponible en: <http://documents.worldbank.org/curated/en/267161521612788850/pdf/124484-ESM-PUBLIC-P130013-SynthesisMarchFinal.pdf>

⁸ Sustainable Energy Authority Ireland, 2019. Annual Report 2019 on Public Sector Energy Efficiency Performance An SEAI Report prepared for the Department of Communications, Climate Action & Environment.

cronograma, preparación de presupuesto y plan de trabajo. Esta sección presenta un enfoque integral para el desarrollo de la planificación estratégica de

para las acciones para la EE por parte del sector público municipal, a partir de seis pasos claves (Figura 1.1)

Figura 1.1 Pasos en la planificación estratégica

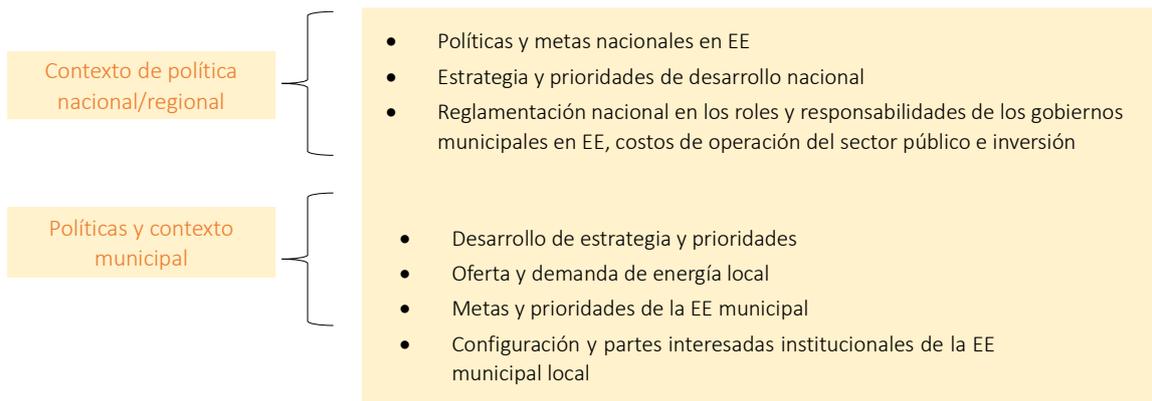


El Paso 1 consta de un esquema de las metas, políticas y medidas existentes para asegurar que la estrategia de acciones de EE municipal estén en concordancia con las políticas y estrategias en vigencia. El paso 2 involucra el esquema del uso de energía del sector público municipal –identificando cómo las instituciones públicas municipales utilizan su energía, qué formas y con qué propósitos (creación de líneas de base). El paso 3 trata sobre la estimación del potencial técnico para mejoras en la EE en diferentes usos de energía y en distintas instituciones públicas, con la finalidad de crear una estrategia. El paso 4 engloba el desarrollo de un plan de acción. Prioriza las diversas oportunidades de mejorar la EE, partiendo del análisis de costo y beneficio y la consulta con partes interesadas, al igual que tomando en cuenta varios beneficios sociales, económicos y ambientales a partir de tales acciones. El paso 5 es un análisis de barreras, consulta con la parte interesada y la creación de un sistema de medición, presentación de informes y verificación (MRV, por su sigla en inglés), que permite realizar un seguimiento del avance y resultados de cualquier intervención dada incluida en el plan estratégico. El último, Paso 6, se refiere a la formulación, revisión, finalización y lanzamiento de la estrategia. El módulo termina con una sección de conclusiones sobre la implementación y revisión de la estrategia.

1.3.1. Paso 1 - Esquema de las metas, políticas y medidas existentes en el contexto municipal

El rendimiento energético es un aspecto integrado de las operaciones e inversión del sector público. La implementación depende del apoyo público y la disponibilidad del recurso. Para que las estrategias energéticas sean prácticas y operables es fundamental analizar las condiciones marco del municipio, como el esquema de las metas, estrategias de desarrollo, planes y políticas (especialmente las relacionadas con la EE, desarrollo hipocarbónico y crecimiento ecológico). El esquema de las políticas existentes y el contexto para el esquema estratégico consta de tres aspectos: políticas nacional/ regional relevantes, políticas municipales y contexto, así como antecedentes y expectativas para el ejercicio de planificación estratégica (Figura 1.2). Este paso contribuye a colocar la estrategia en el contexto local y alinearla con las políticas y estrategias vigentes para reducir las barreras a su implementación.

Figura 1.2 Esquema de las políticas y contexto para la planificación estratégica



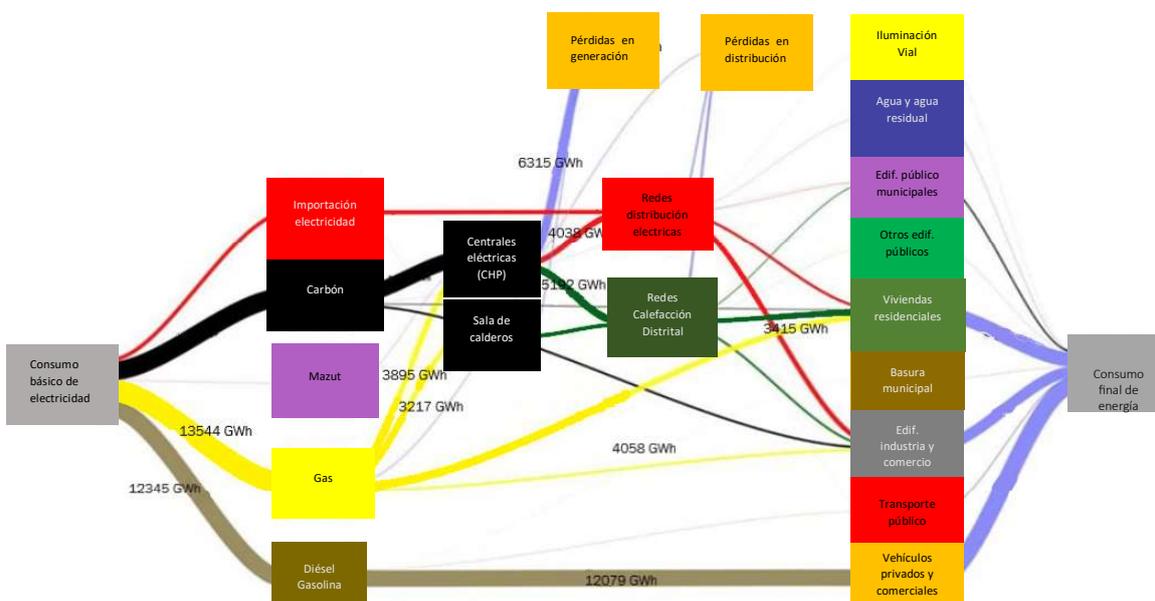
Otro trabajo de preparación es el esquema de partes interesadas para la EE del sector público municipal, al igual que sus roles y responsabilidades en el proceso de planificación estratégica. Esto puede incluir al equipo técnico y de expertos, que es responsable de la recolección de datos y preparación del borrador del plan estratégico, las partes interesadas a las que se consultará y los encargados de tomar las decisiones finales.

1.3.2. Paso 2 - Mapeo del uso de energía del sector público municipal

La identificación del tipo de fuentes de energía disponibles es el paso principal para que la municipalidad tome decisiones informadas respecto al uso de energía sostenible, economía competitiva,

mantenimiento y operaciones de largo plazo sin problemas. Las decisiones inevitablemente dependen de factores como (aunque no solo) geografía, condiciones climáticas, estabilidad política y su impacto en políticas relevantes, madurez del mercado de tecnologías disponibles, tipo de uso de energía y disponibilidad de profesionales capacitados para llevar a cabo todas estas actividades. Por ejemplo, mientras los municipios que han sido tomados en cuenta por plantas termoeléctricas basadas en combustible fósil, se espera que la introducción acelerada de energía renovable y otros modos sostenibles de energía alteren la dinámica de los correspondientes mercados. Esto obligará a los municipios a valorar, comprender y actuar en consecuencia respecto a operaciones eficientes en la mayor parte de las condiciones económicas. Esto puede presentarse en un diagrama Sankey como se muestra en la Figura 1.3.

Figura 1.3 Diagrama de Flujo de Energía para la ciudad de Almaty en 2015 (GWh/año)



Fuente: World Bank's Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP), 2017⁹

⁹ ESMAP, 2017. Kazajistán: Energy Efficiency Transformation in Astana and Almaty <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28927/121463-ESM-P130013-PUBLIC-KEEPAlmatyEE-PlanNovengfinal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

A diferencia de los factores mencionados en el párrafo anterior, en los cuales las decisiones dependen del esquema del uso de energía, a menudo el mapeo energético puede hacerse dentro del alcance del sector municipal. De acuerdo con las tres áreas de enfoque (iluminación vial, sistemas de abastecimiento de agua municipal y edificios públicos) que se abordan en la presente Guía, los municipios con mayor probabilidad tienen recursos propios para tomar en cuenta diferentes infraestructuras energéticas disponibles y satisfacer las necesidades de los usuarios finales de energía.

El principal objetivo es que la municipalidad sepa y comprenda cuánta energía es utilizada, dónde y, si fuera posible, en qué horas. Esto podría proporcionarse por medio del análisis de las facturas de energía desagregadas, medición convencional e inteligente de todas las fuentes de energía disponibles (electricidad, gas, biomasa, etc.). De esta

manera sería posible para los municipios crear líneas de base y establecer cuáles son los mayores usuarios de energía en su territorio.

El mapeo energético es un enfoque holístico, en el cual la meta final es definir e integrar soluciones energéticas en la mayor cantidad posible de usuarios finales¹⁰. El mapeo energético es aplicable en diferentes escalas (nacional, municipal e incluso a nivel del sistema). Brinda una comprensión de los tipos y cuantía de energía utilizada para diferentes tipos de aplicación de uso final, basada en pasos estratégicos con referencia a la planificación, implementación, operaciones y economía de actividades relacionadas. Si bien cierto nivel que el mapeo está disponible en el ámbito nacional e inclusive municipal con referencia al flujo de oferta y demanda de energía, el punto decisivo del desafío está en comprender esto respecto a la instalación y al sistema.

Recuadro 1.2 Pasos cruciales recomendados en el enfoque del mapeo energético

- Identifique las instalaciones de alta intensidad de energía a través de un enfoque de límite definido puerta a puerta
- Desarrolle cada proceso de la instalación/ configuración del sistema
- Defina la tecnología utilizada en cada sección dentro de la instalación
- Determine la energía utilizada

Un enfoque genérico sobre cómo puede llevarse a cabo está disponible en “Anexo I. Guía para desarrollar un mapeo energético en un ámbito municipal”.

1.3.3. Paso 3 - Valoración del potencial de mejora en eficiencia energética

Varios países han incluido la conservación de energía en sus actas legislativas e instrumentos de políticas, exigiendo regulaciones de EE para lograr sus metas de mitigación en las Contribuciones Determinadas

a Nivel Nacional (NDC, por su sigla en inglés)¹¹. Puesto que estas metas nacionales se filtran hacia las metas sectoriales, las municipales se constituyen en una de las partes interesadas en impulsar las metas del ámbito de ciudad o comunidad.

Además de abordar las crecientes emisiones de GEI, el incremento de los precios de energía, poblaciones en aumento, el crecimiento incontrolable en el consumo de energía y la creciente demanda de agua hacen que la adopción de medidas de EE sea inevitable para los municipios.

¹⁰ The City of Edmonton Energy Transition Plan, Energy Mapping Feasibility Study, Edmonton, 2014. Disponible en: https://www.edmonton.ca/city_government/documents/PDF/Report_3_-_Energy_Mapping.pdf

¹¹ Disponible en: <https://www.wri.org/indc-definition>

Escala potencial de EE

Recuadro 1.3 Ejemplos de potencial alcanzado/ identificado de EE en el ámbito municipal

1. Las intervenciones en Eficiencia Energética por parte del Ministerio de Desarrollo Regional, Construcción, Vivienda y Economía Municipal de Ucrania y el Ministerio Federal para Cooperación y Desarrollo Económico (BMZ, por su sigla en ucraniano) han dado lugar a una reducción de 5-10 por ciento en el costo de energía anual de los municipios (BMZ, 2015)¹².
2. Estudios de auditoría energética de los sistemas de agua municipales en la India han señalado al menos 25 por ciento de potencial de ahorros de energía y monetarios. (IFC, 2008).¹³
3. Las medidas de conservación de energía en servicios básicos de agua de Sharjah Electricity Water Authority han dado lugar a más de 56 por ciento de ahorros en energía. (TERI, 2016).¹⁴
4. Una estimación de 80 por ciento de ahorros de energía económicamente viables en edificios están desaprovechados. (ESMAP, 2019).¹⁵
5. Las mejoras tecnológicas locales en los sistemas de iluminación vial en Timeri, Guyana, han tenido como resultado un 29,7 por ciento de reducción en el consumo de energía en iluminación. (TERI, 2014).¹⁶

Aunque algunos países y regiones están avanzando en tecnologías de EE, como se pudo ver en los ejemplos anteriores, aún hay un significativo potencial inalcanzado de EE. Esto demanda incesantes esfuerzos por parte de todas las partes interesadas.

La brecha en algunos países y las historias de éxito en otros también indica la abundancia de oportunidades de energía y negocios que existen para crear y gestionar un medio ambiente sustentable. Otros ejercicios de investigación profunda deberían revelar brechas en los niveles tecnológico y operativo.

Metodología y enfoque

En los ámbitos nacional, regional y municipal o de ciudad, las estrategias para abordar actividades de EE generalmente utilizan un enfoque de arriba hacia abajo, que se apoya predominantemente en datos de energía y producción. Los efectos de estos resultados son políticas y mandatos que son impuestos a los usuarios y proveedores. Muchas veces estos parámetros también están bajo la influencia de cambios en sus volúmenes y las características de la economía (Abeelen, 2013)¹⁷.

Si bien el enfoque puede parecer aceptable, el impacto en los factores externos nos lleva a considerar un enfoque de abajo hacia arriba, en el cual las políticas se basen en un marco de datos sobre el terreno. Las estrategias formadas están más ajustadas a la medida del sector, inconvenientes en la tecnología o monetarios, donde modelos empresariales factibles como la agregación de proyectos podría hacer que las inversiones en proyectos de EE sean más atractivos y orientados a resultados.

Para que una entidad mejore la calidad de su energía y optimice los costos energéticos siempre es importante dar un paso más allá del mapeo, hacia las auditorías de energía; las mismas son fundamentales en un enfoque sistemático para la toma de decisiones en el área de EE y gestión, lo cual exhaustivamente se define como “la estrategia de ajustar y optimizar energía utilizando sistemas y procedimientos con la finalidad de reducir los requisitos de energía por unidad de productos, en tanto se mantienen constantes o reducen los costos totales de

¹² BMZ, 2015. Energy efficiency in municipalities. Bonn: GmbH, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)

¹³ IFC, 2008. India Manual for the Development of Municipal Energy Efficiency Projects. Retrieved from Bureau of Energy Efficiency, Government of India, Ministry of Power. Disponible en: <https://bein-dia.gov.in/sites/default/files/ctools/ManualfortheDevelopmentofMunicipalEnergyEfficiencyProjects.pdf>

¹⁴ TERI, 2016. Comprehensive Energy Audit Falaj Pumping Station SEWA. Sharjah: TERI.

¹⁵ ESMAP, 2019. Energy Efficiency. Recuperado de ESMAP. Disponible en: https://www.esmap.org/energy_efficiency

¹⁶ TERI, 2014. Energy Efficiency Comprehensive Energy Audit Falaj Pumping Station SEWA. Sharjah: TERI.

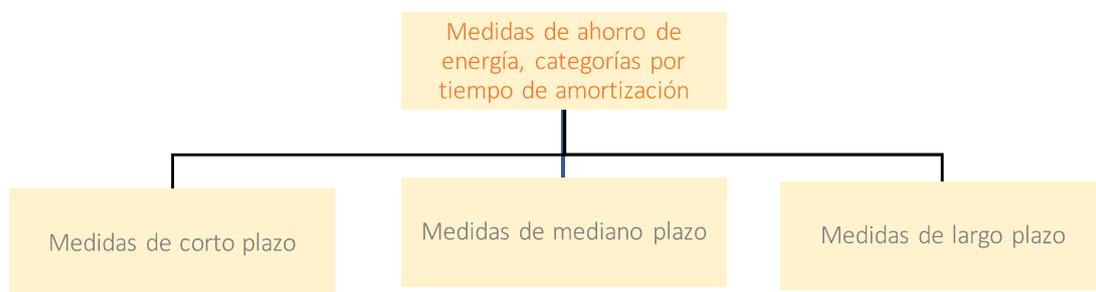
¹⁷ Abeelen, C., 2013. From top-down to bottom-up: two ways to monitor energy-efficiency in Dutch voluntary agreements. European Council for an Energy Efficiency Economy. Países Bajos

obtener los productos con estos sistemas” (Bureau of Energy Efficiency)¹⁸.

El proceso de EE se inicia con una revisión del parámetro para proporcionar insumos decisivos a la política energética a fin de planificar y desarrollar una estrategia de gestión de energía. Se llevan a cabo intervenciones cruciales, que conllevan medidas operativas y técnicas identificadas en el plan. Se verifica el potencial de EE a nivel del sistema, de la instalación o a un nivel nacional mayor, si es posible, con un sistema

de monitoreo y auditoría seguido de una revisión para proporcionar mayor retroalimentación a la etapa de planificación. En el “Anexo II Identificación del potencial de eficiencia energética por medio de auditorías energéticas detalladas”, se presenta una breve metodología de diez pasos para identificar el potencial de EE en cualquier sistema o instalación. Además, las medidas de ahorro de energía identificadas pueden clasificarse por categorías de la siguiente manera a fin de justificar decisiones:

Figura 1.4 Clasificación por categorías de la medida de ahorro de energía



Al igual que en los módulos 4 y 5 de esta Guía, en este módulo se presentan criterios detallados de selección de estrategias para proyectos de EE.

Puntos de referencia y estándares

Para que cualquier actividad de EE tenga éxito y para estimar un potencial de ahorro de energía

son esenciales los indicadores de rendimiento y estándares preestablecidos, ya sea a nivel de la instalación o del equipo. Estos están diseñados como referencia para el usuario final y todas las otras partes interesadas aplicables con relación a las políticas y tecnologías existentes.

Figura 1.5 Parámetros de unidades de referencia de la muestra

<u>Área de la instalación o producción relacionada</u>	<u>Equipo / servicio básico relacionado</u>
kWh/m ² /año (Índice de rendimiento energético, EPI, en edificios)	kW/ton de refrigeración (planta de aire acondicionado)
kWh/Mt clínker o cemento producido (planta de cemento)	% de eficiencia térmica (de una planta de caldero)
kcal/kWh electricidad producida (Tasa de calor de una planta de energía)	% de efectividad (en una torre de enfriamiento)

¹⁸ Bureau of Energy Efficiency, Govt. of India. 2020. Energy Management and Audit,. Disponible en: <https://beeindia.gov.in/sites/default/files/1Ch3.pdf>

Están disponibles diferentes estudios de EE, informes de pruebas comparativas y estándares para sectores de energía intensiva.

Recuadro 1.4 Muestra de sistemas de evaluación de energía y pruebas comparativas de GEI

Dependiendo del tipo de ubicación y aplicabilidad, existen sistemas de evaluación energía y pruebas comparativas para los GEI, como ser:

- Energy Star in the US (http://www.energystar.gov/index.cfm?c=business.bus_index)
- Energy Performance Certificates in the EU (https://ec.europa.eu/energy/eu-buildings-factsheets-topics-tree/energy-performance-certificates_en)
- National Australian Build Environment Rating Systems (NABERS) in Australia (<https://www.nabers.gov.au/>)
- Asia Pacific Economic Cooperation (APEC) Energy Standard Information System (ESIS) (<http://www.apec-esis.org/>)
- Greenhouse Gas Emission Baselines and Reduction Potential from Buildings in Mexico (<https://www.unenvironment.org/resources/report/greenhouse-gas-emission-baselines-and-reduction-potentials-buildings-mexico>)
- Emission Baselines and Reductions Potentials from Buildings in South Africa (<https://www.unenvironment.org/resources/report/greenhouse-gas-emission-baselines-and-reduction-potentials-buildings-south-africa>)
- Energy Conservation Building Code in India (https://beeindia.gov.in/sites/default/files/BEE_ECBC%202017.pdf)
- Energy Conservation Building Code in India (https://beeindia.gov.in/sites/default/files/BEE_ECBC%202017.pdf)

Los recursos fundamentales en este proceso de EE, que continuamente impulsan los aspectos técnicos, financieros y operativos, son los recursos humanos: básicamente directores de energía calificados, auditores de energía y analistas de políticas sectoriales. Por tanto, desarrollar capacidades internas en el ámbito nacional y regional para la auditoría energética y experticia de gestión es decisivo para los municipios.

Aunque ocasionalmente se requiere experiencia profesional internacional para los municipios, particularmente en países de bajos ingresos y otros en desarrollo, mantenerse actualizado respecto a los estándares internacionales, el uso frecuente de tales servicios a veces puede resultar muy costoso y por

tanto no sostenible para las actividades de EE. A la larga, es necesario desarrollar y mejorar la experiencia profesional a nivel del organismo nacional, regional y municipal para llevar a cabo la gestión y auditorías energéticas.

La EE ha mejorado considerablemente a través del desarrollo de capacidad y programas de auditoría energética implementados en virtud de programas con apoyo externo o consultores de energía privados. Tales programas han tenido como resultado significativos ahorros en energía y costos correspondientes. En muchos países, se han formulado e implementado regímenes de certificación en el ámbito nacional. Esto, en unos cuantos casos, ha llevado a mecanismos basados en el mercado en el campo de la EE.

Recuadro 1.5. Ejemplo de un mecanismo de mercado de EE exitoso¹⁹

La certificación de auditores y gestores energéticos en la India ha permitido la implementación exitosa del Mecanismo PAT (por su sigla en inglés, Ejecutar, Lograr y Comercializar), cuyo resultado fue ahorros de 8,67 Mtoe/año, que está 30 por ciento por encima del ahorro establecido como objetivo de ocho sectores de energía intensiva solo del Ciclo-I de PAT.

Fuente: Ministerio de Energía, Gobierno de India.

¹⁹ Bureau of Energy Efficiency, India, n.d. Disponible en: <https://beeindia.gov.in/content/pat-cycle>

Con la base de datos de un posible potencial de conservación energética y medidas relacionadas, los municipios pueden desarrollar estrategias de implementación a partir de los resultados de los estudios de factibilidad económica de energía. Estos se presentan brevemente en la siguiente sección.

1.3.4. Paso 4 - Desarrollo de un plan de acción, métodos y criterios para la selección del área estratégica

La priorización del área o áreas de instalaciones/ producción/ unidades operativas de energía intensiva que se incluirán en el plan estratégico de EE del municipio son un primer paso importante en el proceso de desarrollo de una estrategia de EE. Es igualmente importante que las áreas priorizadas, además de ser las más importantes desde el punto de vista de los usuarios de energía, sean asimismo las áreas en las cuales existe un potencial para nuevas políticas, programas o proyectos que pueden contribuir a cumplir con la meta de EE establecida por el municipio. Sin importar el nivel de ambición de la meta de EE, lograrla no será posible sin la implementación de uno o varios programas o proyectos ciertos para alcanzar la meta. Para ello, deben estar preparados los recursos financieros y la capacidad. Por tanto es fundamental que las áreas priorizadas se hayan seleccionado en un proceso sistemático y minucioso, y que los beneficios superen a los costos. También es fundamental que contribuyan a lograr el objetivo para el área específica dentro de un periodo de amortización razonable.

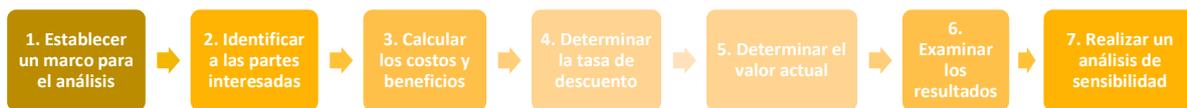
Se pueden utilizar varias metodologías en el proceso de priorización, unas más complicadas que otras, y que requieren más experiencia profesional, tiempo y recursos. Dos de las metodologías más utilizadas son el análisis de costo-beneficio (CBA, por su sigla en inglés) y el análisis multicriterio (MCA, por su sigla en inglés). Ambas metodologías tienen sus ventajas y desventajas. Su precisión dependerá de la confiabilidad de los datos utilizados, particularmente en el CBA. En ambos casos, la identificación de partes interesadas relevantes que se involucren en las discusiones es muy importante. La bibliografía sobre las dos metodologías es amplia (véase por ejemplo, Oscar A. Preciado-Pérez, 2017, D.W. Pearce, 1983, Robert J. Brent, 2017, Dodgson et al. 2009). Por tanto, en el presente módulo nos limitaremos a presentar una breve introducción a estas dos metodologías. Esto brindará al lector suficiente comprensión de ellas y permitirá, a los encargados de tomar decisiones, seleccionar la opción correcta.

Análisis costo-beneficio (CBA)

El CBA es una herramienta que ayuda a evaluar, en términos monetarios, los beneficios frente a los costos de una intervención, programa o proyectos dados. Si los beneficios superan a los costos, por lo general la intervención se justifica. Para esto conviene elaborar una lista de los gastos y beneficios que genere la intervención; esto permitirá tomar una decisión sobre si la intervención merece o no la pena. Del resultado estimado es posible calcular la rentabilidad de la inversión (ROI, por su sigla en inglés), la tasa interna de rentabilidad (IRR, por su sigla en inglés), el valor neto actual (NPV) y el periodo de amortización. En este contexto es muy importante que los datos recolectados sean exactos. Es igualmente importante que se utilice la misma divisa para los cálculos, es decir que los gastos y beneficios sean convertidos a la misma divisa, de modo que la comparación sea imparcial (de manzanas a manzanas). A continuación se sugieren siete pasos que pueden seguirse en un CBA (véase Figura 1.6):

1. *Establezca el marco para el análisis.* Aquí se deben identificar los planes existentes, las prioridades de desarrollo de la municipalidad, y el punto de partida de mejora potencial de la EE. Esta información debe ser distribuida a las partes interesadas que se involucrarán una vez identificada.
2. *Identifique a las partes interesadas que se involucrarán en las discusiones.* Todas las partes interesadas relevantes deben identificarse y anotarse en una lista desde el comienzo mismo. Involucrarlos temprano dará a la intervención mayor legitimidad y, con ello, mayor aceptación.
3. *Calcule los costos y beneficios* a lo largo de la vida útil esperada del proyecto o programa.
4. *Determine la tasa de descuento.* Esto expresará el nivel de interés como un porcentaje del balance al final de un periodo dado. Después véase cómo el resultado podría verse afectado al utilizar diferentes tasas de descuento.
5. *Determine el valor actual.* Esta es una medida de la rentabilidad que se calcula restando los valores de los flujos de caja de egresos presentes, de los valores de flujos de caja de ingresos presentes a lo largo de un periodo de tiempo.
6. *Examine los resultados y úselos* como base para una decisión o recomendación.
7. *Conduzca un análisis de sensibilidad.* Muchas veces no se conocen con certeza los costos, beneficios y riesgos. Esto brinda la posibilidad de adaptar/ modificar algunos de los parámetros para una potencial mitigación de algunos de los riesgos.

Figura 1.6 Secuencia de los siete pasos en el desarrollo de un CBA.



Fuente: Adaptado de 10 Steps to the process of Cost Benefit Analysis. Project Management Controls²⁰.

Como se mencionó anteriormente, existen ventajas y desventajas en ambas metodologías. Una de las ventajas del CBA, que esencialmente es una herramienta de decisión a partir de la base de datos, es que si se utilizan datos confiables puede proporcionar una evaluación relativamente exacta sobre si merece o no la pena implementar un proyecto o programa. Entre las desventajas está una relacionada con factores exógenos como la tasa de interés y la inflación, que están fuera del control de los planificadores y puede afectar el resultado de la evaluación.

Análisis Multicriterio (MCA)

El MCA es una metodología que, de manera sistemática, identifica las opciones preferidas para lograr un objetivo o meta específica establecida por el municipio correspondiente. Utiliza el sistema de peso en el cual, a las diferentes opciones, se les asigna una puntuación numérica que se clasifica en base a criterios predeterminados. Las opciones clasificadas son preseleccionadas para una posterior evaluación. Esto puede hacerlo un equipo de expertos y/o en consulta con partes interesadas relevantes. Esto último se apoya en juicios de las partes interesadas o de expertos, lo cual hace del MCA un enfoque más participativo en comparación con el CBA. Esto podría brindar resultados del proceso de toma de decisiones de manera más legítima cuando se llega a un consenso entre las partes interesadas involucradas y, por tanto, mayor aceptación del público. Como en el caso del CBA, se cuenta con amplia bibliografía sobre el tópico; por tanto nos limitaremos a proporcionar una breve introducción a la metodología. Para una descripción detallada de cómo funciona el MCA (véase por ejemplo Dodgson et al., 2009).

A continuación se presentan los ocho pasos que se pueden dar al utilizar el MCA (véase Figura 1.7):

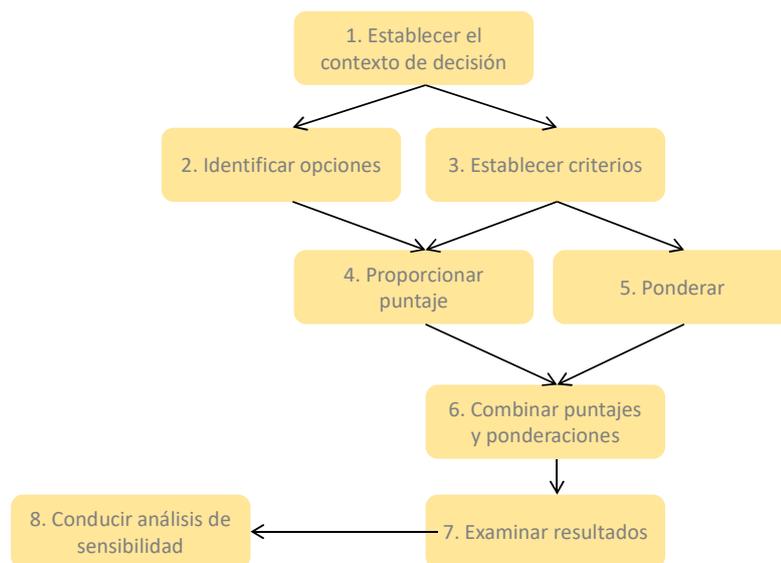
1. *Establezca el contexto de decisión.* De manera similar al CBA, es importante evaluar la actual situación (punto de partida), el potencial de mejoras para la EE y qué desea lograr el municipio (meta).
2. *Identifique opciones.* Revise los planes de EE existentes y otros documentos nacionales

y discútalos con las partes interesadas involucradas, para así identificar las diversas opciones (programas o proyectos) que pueden contribuir al logro del objetivo.

3. *Establezca criterios.* Para comparar y evaluar diferentes opciones es necesario definir criterios sobre qué proyectos o programas son más adecuados para lograr el objetivo.
4. *Defina un puntaje.* Las opciones identificadas se evalúan a partir de criterios seleccionados y se les da un puntaje numérico (por ejemplo 1-100) basado en el desempeño. Para ver cuán bien cumplen los criterios previamente establecidos, se crea una matriz de desempeño en la cual se da un puntaje mayor a las opciones preferidas.
5. *Proporcione un peso.* El nivel de importancia entre los criterios seleccionados que se utilizarán para la evaluación de las opciones puede variar; por tanto, se asigna un peso numérico a cada criterio. Esto permite convertir los puntajes a una escala común que se puede utilizar para juzgar la importancia de cada criterio.
6. *Combine puntajes y pesos.* Los puntajes y pesos de cada opción (proyecto o programa) se combinan para calcular un valor general, y así obtener el puntaje de peso de cada opción. El puntaje de peso total de una opción (proyecto o programa) es la suma de los puntajes para cada criterio, multiplicado por los pesos correspondientes.
7. *Examine los resultados.* La clasificación de las opciones está dada por el promedio de peso de todos los puntajes. El examen de los resultados proporciona una indicación de cuánto mejor es una opción que otra.
8. *Conduzca un análisis de sensibilidad.* Esto permite realizar un examen de hasta qué punto la exactitud de los datos ingresados o desacuerdos entre las partes interesadas puede afectar el resultado final.

²⁰ Landau, P., 2018. Cost Benefit Analysis for Projects – A Step-by-Step Guide. Disponible en: <https://www.projectmanager.com/blog/cost-benefit-analysis-for-projects-a-step-by-step-guide>

Figura 1.7 Los ocho pasos para conducir el MCA sugerido en este módulo



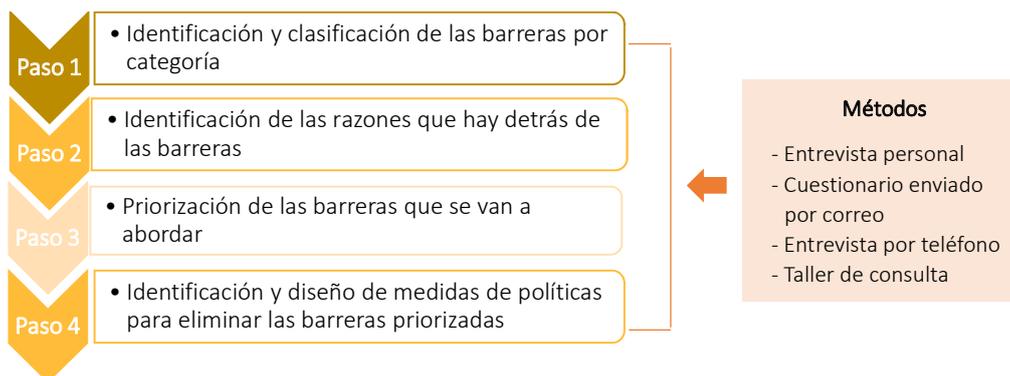
Fuente: Adaptado de TNA step by step Guidebook, 2019²¹.

1.3.5. Paso 5 - Identificación de barreras y análisis por medio de consultas a las partes interesadas

Las barreras a la inversión en EE pueden comprenderse como las razones que obstaculizan o impiden inversiones en iniciativas de EE o ejecutar los proyectos. Las razones puede ser de varios tipos y grados de importancia, y varían de un país a otro, dependiendo de circunstancias locales como precios de la energía, estructura del mercado, marcos reglamentarios, incentivos/ desincentivos, cultura, etc. Las barreras también pueden depender de factores externos que podrían estar fuera del control de las autoridades locales; precios bajos en el mercado

global del petróleo o convulsión política son algunos de ellos. Las barreras constituyen un inconveniente no solo para los inversionistas, sino en muchos casos un impedimento para los planificadores de energía en los municipios para desarrollar planes estratégicos de largo plazo para EE. Es por tanto importante para los alcaldes municipales y otros encargados de tomar decisiones en el ámbito local identificar estas barreras y comprender las razones de su existencia, para así estar en condiciones de abordarlas, en la mejor forma posible, antes de desarrollar cualquier plan de estrategia para EE. En este módulo se sugiere un proceso de cuatro pasos para el análisis, que abarca la metodología que se utiliza para el análisis (véase Figura 1.8).

Figura 1.8 Análisis de barreras: proceso en cuatro pasos



²¹ Haselip, J., Narkevičiūtė, R., Rogat, J. and Trærup, S., 2019. TNA Step by Step - A guidebook for countries conducting a Technology Needs Assessment and Action Plan. Available at: <https://tech-action.unepdtu.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/04/2019-02-tna-step-by-step-guide.pdf>

La identificación y clasificación de las barreras por categoría es un primer paso crucial ya que ayudará a comprender la índole de las barreras y, por ese medio,

cómo pueden abordarse. El Cuadro 1.2 muestra un ejemplo de algunas subcategorías y la categoría de barreras a las que pertenecen.

Cuadro 1.2 Barreras a proyectos de EE a escala municipal

Categoría	Subcategoría
Económica y Financiera	<ul style="list-style-type: none"> Falta de autonomía presupuestaria en un ámbito municipal Restricciones financieras: es decir, algunos municipios podrían tener restricciones en el monto de deuda que pueden asumir Precios bajos de la energía mundial y/o local Gasto de capital (CAPEX, por su sigla en inglés) abiertamente elevado Alto costo de capital (alta tasa de interés) Falta de acceso a financiamiento Periodos de amortización largos, a saber, rentabilidad de la inversión Mayores costos de transacción para proyectos del sector público
Estructura de mercado	<ul style="list-style-type: none"> Pocos proveedores (oligopolio) de tecnologías/ servicios o un solo proveedor (monopolio) Limitados incentivos municipales para ahorrar energía y probar nuevos enfoques
Legal y Reglamentario	<ul style="list-style-type: none"> Subsidios a las tecnologías/ servicios o energía existentes Mercados altamente controlados/ reglamentados Inestabilidad política
Institucional, interorganizativo y administrativo	<ul style="list-style-type: none"> Falta de un departamento designado, ya sea en línea con ministerios o en divisiones ministeriales, (es decir, departamento de medio ambiente o de energía) Falta de colaboración entre instituciones para llevar adelante proyectos (vale decir, planificación urbana y departamento de energía) Falta de capacitación en todos los niveles, particularmente de competencia técnica interna para evaluar y desarrollar proyectos de EE Procesos burocráticos intrincados y/o ineficientes Falta de capacidades de gestión y recursos para desarrollar proyectos de EE Mecanismos débiles de monitoreo y puesta en marcha
Sensibilización, información y barreras sociales relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> Información asimétrica sobre el potencial de EE Falta información o datos distorsionados sobre el desempeño de tecnologías de EE Falta información o datos distorsionados sobre los múltiples beneficios de las tecnologías para EE (a saber, seguridad energética mejorada y beneficios económicos) Falta de sensibilidad ambiental Aversión a nuevas soluciones y tecnologías Falta de capacidad técnica para implementar, operar y mantener nuevas tecnologías de EE
Barreras tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> Incompatibilidad entre soluciones de tecnología nuevas y existentes Riesgo técnico/ de desempeño de la tecnología Imprevisibilidad del desempeño y respectivos ahorros energéticos Mayores requisitos de mantenimiento

Para obtener los mejores resultados posibles de los estudios es importante identificar a las partes interesadas más relevantes. Esto principalmente porque diferentes partes interesadas tendrán diferentes niveles de comprensión, de intereses e incluso un nivel diferente de influencia en el sistema institucional que otras. Saber a qué partes interesadas entrevistar implica una ventaja, pues las respuestas pueden considerarse más exactas y confiables, lo cual a su vez otorga más legitimidad al análisis en su conjunto. Es, por tanto, importante catalogar a todas las partes interesadas relevantes antes del proceso de entrevista, o al menos debatir respecto a la selección de las partes interesadas que serán entrevistadas.

La información extraída de los estudios, ya sea en entrevistas o talleres de consulta, ahora puede analizarlas la autoridad de la ciudad o municipalidad correspondiente y considerar las posibilidades para las diferentes medidas de políticas. La clasificación por categorías y el análisis de las razones que hay detrás

de las barreras y su priorización dará lugar al proceso de identificación y diseño de las correspondientes medidas de políticas para abordarlas de manera más efectiva. Es muy importante que la clasificación por categoría de las diferentes barreras se haya efectuado correctamente, ya que sus diferentes categorías muy probablemente requerirán diferentes medidas. Asimismo, algunas de las categorías, por ejemplo barreras financieras, serán más difíciles de considerar y es posible que necesiten la aceptación o aprobación a un nivel político superior, en tanto que es posible que medidas como campañas de sensibilización acerca de los beneficios de invertir en proyectos de EE sean menos dependientes de aceptación o aprobación política. En cualquier caso, la información con sugerencias para opciones de políticas obtenidas en los estudios deben ser valoradas por los encargados de tomar decisiones, quienes pueden implementar las opciones adecuadas o las que necesitan diseñarse. A continuación se presentan algunos ejemplos de las medidas de políticas más comunes (Cuadro 1.3):

Cuadro 1.3 Medidas de políticas para superar las barreras a la EE

Category	Policy measure
Medidas financieras	<ul style="list-style-type: none"> • Subsidios de inversión • Donaciones y préstamos • Garantías de préstamos • Beneficios de impuestos y otros fiscales • Cargos por uso (es decir, cargos por congestión)
Medidas no financieras	<ul style="list-style-type: none"> • Obligación de proporcionar electricidad desde tecnologías energéticamente eficientes • Desincentivo al uso de energía proveniente de combustibles fósiles (por ejemplo, impuestos incrementados en combustibles fósiles) • Información y campañas de sensibilización de los múltiples beneficios de la EE • Estándares Mínimos de Desempeño Energético y tecnologías de etiquetado • Aprovechamiento público sustentable • Promoción de investigación y desarrollo • Capacitación y desarrollo de capacidad • Promoción de asociaciones público-privadas

Aquí es importante considerar la posibilidad de combinar medidas en lugar de abordar la barrera con solo un tipo de medidas. Por ejemplo, una buena opción es combinar una medida financiera con una medida no financiera. Un ejemplo es combinar un subsidio de inversión con una campaña destinada a sensibilizar acerca de los múltiples beneficios de la EE.

Sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV)

Los sistemas MRV incluyen un componente de medición que se refiere a la recolección de información que permite monitorear el avance en la ejecución e impactos relacionados con una acción de mitigación dada incluida en el plan estratégico. El componente de presentación de informes hace posible proporcionar información a las autoridades correspondientes de manera transparente. El componente de verificación permite la evaluación de información que es reportada en términos de su amplitud, coherencia y confiabilidad por una tercera parte calificada. Por tanto, el sistema MRV sirve para asegurar transparencia en cuanto a que los resultados de la implementación de acciones de mitigación tienen lugar y que sus impactos están apropiadamente cuantificados e informados. Información más detallada acerca de los sistemas MRV se pueden encontrar en Módulo 6 (Evaluación del desempeño e impactos de los Paquetes de Agregación de Proyectos).

1.3.6. Paso 6 - Formulación y lanzamiento de la estrategia

Todos los pasos anteriores son parte del trabajo de preparación para la formulación del plan estratégico.

Normalmente, el proceso de planificación estratégica comprende el alto nivel de quienes formulan políticas, las partes interesadas y el grupo de formulación, que normalmente está compuesto por unos cuantos expertos técnicos que se encargan de la preparación del borrador y luego revisan los borradores basados en la retroalimentación proporcionada por las partes interesadas. Una vez aprobada la versión final por el concejo municipal, la oficina del alcalde u otro cuerpo municipal encargado de tomar decisiones, es emitido formalmente para su implementación por las organizaciones responsables.

Un plan estratégico típico consta de lo siguiente:

- 1) Aprobación/ visto bueno oficial
- 2) Antecedentes
- 3) Metas de estrategia (véase Cuadro 1.4).
- 4) Las estrategias y planes de acción para su implementación.
- 5) Temas transversales: algunos planes estratégicos también incluyen temas transversales que son relevantes para la implementación de metas estratégicas múltiples, como un ajuste en los roles y responsabilidades existentes, organización institucional para coordinación, mecanismos de financiamiento, provechamiento público, etc.
- 6) Gestión de riesgo. La parte de gestión de riesgos evalúa los riesgos para el logro de cada meta estratégica. Para cada riesgo se identifica la probabilidad e impactos, al igual que las medidas de mitigación a fin de reducir los riesgos.

7) Medición, Presentación de Informes y Verificación (MRV) En la práctica, todas las entidades gubernamentales municipales tienen algún sistema de registro y de auditoría en sus gastos e inversiones. Cuando

se requiere financiamiento internacional o apoyo técnico, o se utiliza financiamiento comercial o inversión privada, es posible tener requisitos adicionales por parte del MRV.

Cuadro 1.4 Ejemplo de un cuadro de resumen de estrategia

Meta estratégica	Estrategia	Acciones	Responsabilidad	Estimación de costo/ inversión	Asignación de recurso	Cronograma
Meta 1	1. La primera estrategia para alcanzar la etapa 1 2. La segunda estrategia para alcanzar la Meta 1	Acciones subyacentes para la Primera Estrategia	Entidades/ organizaciones responsables		Cualquier plan de financiamiento/ asignación de recurso	¿Cuándo hacer qué?
Meta 2

Algunos planes estratégicos también incluyen contenido sobre el proceso de desarrollo estratégico, y a los diferentes actores involucrados y partes interesadas consultadas. Es necesario que el plan estratégico sea SMARTER (por su sigla en inglés para Específico, Motivador, Alcanzable y Acordado, Relevante, con Límite de Tiempo, Evaluación y Reajuste).

Una vez que la estrategia está preparada es necesario su lanzamiento en línea o durante un evento, lo cual puede utilizarse para promover sensibilidad pública de cara a la estrategia y para motivar confianza e intereses en acciones de EE entre el sector privado y residencial. Una vez lanzada y publicada, la estrategia ingresa en el depósito de políticas y necesidades municipales que se pondrán a disposición para acceso público y se integrarán en los planes de trabajo de partes interesadas relevantes y entidades gubernamentales municipales.

1.4. Conclusiones

La planificación estratégica es un proceso de desarrollo de consenso entre los líderes municipales y todas las partes interesadas. En tiempos de cambios rápidos y necesidades de recursos públicos en competencia, un plan estratégico crea cierta estabilidad y certeza respecto a los esfuerzos gubernamentales relacionados con la duración del periodo planificado. Un plan acordado y adecuadamente formulado puede ayudar a mejorar el conocimiento sobre recursos disponibles y mejorar el apoyo de partes interesadas claves. Como otros procesos de planificación, un buen plan es útil únicamente cuando es implementado. Es necesario que el plan estratégico sea SMARTER. Es más, debe haber una correspondiente asignación de recursos, autorización y otros mecanismos facilitadores y motivadores, de modo que las entidades gubernamentales relevantes

u organismos públicos puedan llevar adelante las actividades de implementación. Una división clara de roles y responsabilidades, suficiente asignación de recursos, al igual que un fuerte compromiso y apoyo efectivo de los líderes municipales son claves para la implementación exitosa de las estrategias de EE.

1.5. Lectura recomendada

- Abeelen, C. (2013). From top-down to bottom-up: two ways to monitor energy efficiency in Dutch voluntary agreements. European Council for an Energy Efficiency Economy. Netherlands.
- Aznar, A., Logan, L., Gagne, D., Chen, E., 2019. ADVANCING ENERGY EFFICIENCY IN DEVELOPING COUNTRIES. USAID-NREL. Retrieved from <https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/71915.pdf>
- BMZ, 2015. *Energy efficiency in municipalities*. Bonn: GmbH, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- Brent, R.J., 2017. *Advanced Introduction to Cost-Benefit Analysis*. Elgar Advanced Introductions series. Edward Elgar Publishing, Nueva York.
- Bureau of Energy Efficiency, (n.d.). Bureau of Energy Efficiency, Govt. of India. Retrieved April 23, 2020, from <https://beeindia.gov.in/sites/default/files/1Ch3.pdf> Department for Communities and Local Government: Londres, 2009.
- Dodgson, J.S., Spackman, M., Pearman, A., Phillips, L.D., 2009. *Multi Criteria Analysis: A Manual*. Department for Communities and Local Government: Londres
- Edmonton City, 2014. The City of Edmonton Energy Transition Plan. Retrieved from <https://www>.

- edmonton.ca/city_government/documents/
PDF/Report_3_-_Energy_Mapping.pdf
- ESMAP, (n.d.). *Energy Efficiency*. Retrieved from
ESMAP Energy Sector Management
Assistance Program: https://www.esmap.org/energy_efficiency
- IFC, 2008. *India Manual for the Development of
MunicipalEnergyEfficiencyProjects*. Retrieved
from Bureau of Energy Efficiency, Government
of India, Ministry of Power: [https://
beeindia.gov.in/sites/default/files/ctools/
pmentofMunicipalEnergyEfficiencyProjects.
pdf](https://beeindia.gov.in/sites/default/files/ctools/pmentofMunicipalEnergyEfficiencyProjects.pdf)
- Pearce, D.W., 1983. *Cost Benefit Analysis*, second
edition. Part of the Studies in Economics book
series. Macmillan Publishers Limited,
Londres.
- Platform, K. E. (n.d.). Achievements under
Perform, Achieve and Trade (PAT) Cycle 1.
Retrieved October 22, 2018, from [http://
knowledgeplatform.in/achievements-under-
pat-cycle-1/](http://knowledgeplatform.in/achievements-under-pat-cycle-1/)
- Preciado-Perez, O.A. and Fotios, S., 2017.
Comprehensive cost-benefit analysis of
energy efficiency in social housing. Case
study. *Energy and Buildings* 152 (2017), 279-
289.
- UNESCAP, 2018. *Asia-Pacific Progress in Sustainable
Energy: A Global Tracking Framework 2017
Regional Assessment Report*. Bangkok:
United Nations publications.

Agregación de Proyectos: introducción y pasos



Agregación de Proyectos: introducción y pasos

Jorge Rogat Castillo, Gabriela Prata Dias

La eficiencia energética (EE) es parte del Objetivo de Desarrollo Sostenible 7, a saber: garantizar el acceso asequible, confiable, sostenible y de energía moderna para todos, en virtud del cual la tasa de mejora mundial de eficiencia energética debería duplicarse para el año 2030.²² Las metas para las reducciones de emisiones establecidas en el Acuerdo de París sobre el Clima han colocado a la EE en un lugar prioritario en la agenda política, industrial y de la sociedad civil, como una estrategia esencial para la reducción de las emisiones.²³ Aunque tanto la EE como la energía

renovable disminuyen las emisiones, como se explicó en el módulo introductorio de esta Guía, es muy importante ser claro acerca de la diferencia entre las dos. Mientras la energía renovable introduce la sustentabilidad ambiental mediante la sustitución de combustibles fósiles convencionales o fuentes de energía no renovable en el suministro de energía, la EE promueve ahorros de energía reduciendo su demanda. La definición de EE es más clara con el ejemplo que se presenta a continuación (véase Recuadro 2.1).

Recuadro 2.1. Ejemplo de medida de EE: LED versus luminarias incandescentes

Los bombillos de luz incandescentes tienen una eficiencia energética de 35 por ciento, en tanto que las soluciones equivalentes con diodos de emisión de luz (LED) están en el rango de 80 por ciento de eficiencia. Además, las luces LED duran de 3 a 26 veces más tiempo. Mejorando las farolas incandescentes actuales con tecnología LED madura podría brindar ahorros de energía de hasta 90 por ciento

El desarrollo de medidas de política nacional para promocionar y acelerar las mejoras en EE está cobrando impulso en el mundo, y está integrada en las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC, por su sigla en inglés) y en iniciativas de políticas y de reglamentación de países, regiones y ciudades,

individualmente. Sin embargo, aunque el avance hasta ahora es aún insuficiente para colocar a la EE como el contribuyente significativo a la reducción de emisiones, tiene el potencial de serlo. Las inversiones en proyectos de mejora de EE necesitan aumentarse significativamente.

Recuadro 2.2. Iniciativa Unidos por la Eficiencia (U4E)

La iniciativa Unidos por la Eficiencia (U4E) reúne a organizaciones públicas y privadas para apoyar la transición a artefactos y equipo de alta eficiencia. Sugiere que las autoridades deben empezar a utilizar un Enfoque de Políticas Integradas para acelerar la adopción de productos energéticamente eficientes, aplicando: (i) Normas y Reglamentos, especificando la EE y otros requisitos para que un producto se venda en el mercado, (ii) Políticas de Apoyo para etiquetar y apoyar normas garantizando que los requisitos sean transmitidos de manera clara y coherente, (iii) Monitoreo, Verificación y Puesta en Práctica para supervisados los productos que se venden en el mercado, (iv) Gestión Ambientalmente Racional y Saludable con el objeto de garantizar productos que no causen daño, y (v) Mecanismos de Financiación y Ejecución Financiera que apoyen a los consumidores para contrarrestar el mayor precio de compra de productos eficientes (véase <https://united4efficiency.org/>).

²² Naciones Unidas (s.f.). Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/> Meta 7.3 del Objetivo del Desarrollo Sostenible 7: "Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos". Para 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética".

²³ IEA, 2016. Energy Efficiency Market Report 2016. OECD/IEA, París.

Los proyectos de EE a menudo son pequeños, están diseminados, son invisibles ya que no están en la factura de energía, y a veces también son técnicamente complicados. Es más, las tarifas de energía con altos subsidios, que no reflejan costo de su valor real, conllevan una dificultad adicional en la argumentación de las razones económicas para la factibilidad de la eficiencia energética y por tanto se constituyen en una barrera. No obstante, la EE en general no es controvertida y por tanto es fácilmente aceptada políticamente. El hecho de que frecuentemente los volúmenes de inversión relacionados con proyectos de EE no sean lo suficientemente importantes crea una dificultad en cuanto a llamar la atención de instituciones financieras que deben hacer frente a altos costos de transacción. Se han probado varias estrategias para superar la barrera del volumen económico. Las compras a granel relacionadas con la agregación de varios proyectos pequeños parecen ayudar a la EE a avanzar. De esta manera, la Agregación de Proyectos puede resultar más atractiva para instituciones financieras, bancos de inversión regional y otros financistas para la inversión en EE y, con ello, contribuir significativamente a elevar las inversiones a un volumen e impacto deseables. Sin embargo, para que esto ocurra es necesario identificar, analizar y superar las barreras presentes. La Agregación de Proyectos puede definirse como una estructura que, por medio de la estandarización, puede reunir diversos proyectos o actividades de relativa pequeña escala para mejorar la EE a fin de formar una sola carpeta temática por encima de cierto umbral de inversión, y así hacerla más atractiva para los financiadores. La estandarización de proyectos o actividades similares de EE en pequeña escala en el ámbito local (vale decir, municipal o distrital) podrían presentar una oportunidad de lograr volumen y elevar de categoría la implementación de EE por medio de un enfoque coordinado.

La asistencia técnica proyectada, que comprende asistencia para la estructuración financiera en la etapa de desarrollo de la propuesta, combinada con el apoyo de largo plazo a las autoridades locales —en base a capacitación, comunicaciones y sensibilización, una metodología organizada y estandarizada para la recolección de datos, y análisis consolidado del proyecto— podrían dar paso a economías de escala y formar un vía para ofertas de inversiones en EE para las estructuras financieras vigentes. Algunos de los principales beneficios de la Agregación de Proyectos son:

- *Permite acceder a experiencia profesional técnica de alto nivel.* La agrupación de proyectos es más atractiva para expertos locales o internacionales de alto nivel ya que les permite aplicar su conocimiento en la implementación de proyectos nuevos y más grandes. El uso de herramientas estandarizadas de análisis (descritas en los

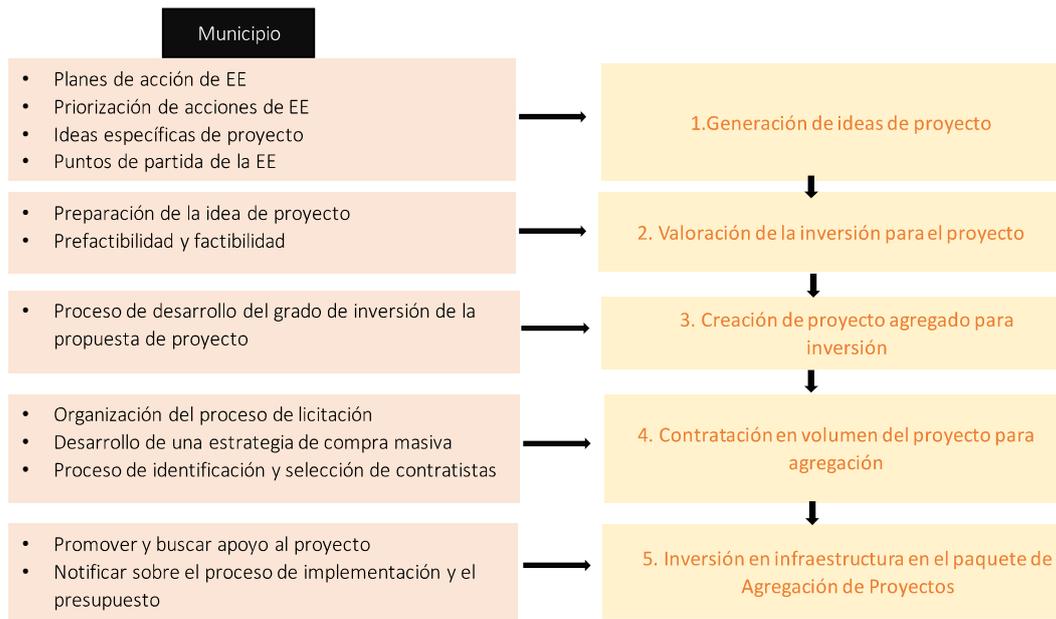
siguientes módulos) para la prefactibilidad técnica del proyecto y su dimensionamiento también contribuyen a crear un punto de partida común que facilite la valoración económica y el impacto técnico del proyecto.

- *Acelera el proceso de diseño de la intervención, implementación, optimización y réplica.* Las intervenciones similares incluidas en una Agregación de Proyectos permiten la estandarización de varias actividades y procedimientos antes y durante el ciclo de intervención (es decir, expresiones de interés, evaluación de la idea, diseño, financiamiento y adquisición). Mitiga los riesgos por medio de una evaluación en detalle y selección de proyectos técnicamente factibles. Por otra parte, acelera el proceso de obtención del financiamiento requerido y permite la difusión de las lecciones aprendidas y su réplica posterior.
- *Aumenta el atractivo de proyectos para potenciales financiadores.* Las intervenciones de EE a menudo son fragmentadas por diferentes áreas, soluciones técnicas y localidades, que determinan su alta complejidad de implementación y tamaño relativamente pequeño a los ojos de potenciales inversionistas. La agregación de las intervenciones reduce los costos de transacción y aumenta el atractivo para la inversión, ya que los financiadores invierten en el paquete de Agregación de Proyectos y no en iniciativas individuales pequeñas.

El enfoque de Agregación de Proyectos puede aplicarse a muchos sectores como edificios (a saber, calefacción, refrigeración e iluminación), iluminación vial, sistemas de abastecimiento de agua, soluciones de circulación municipal (flotas municipales, coches y otros vehículos compartidos) y otros. El enfoque para la Agregación de Proyectos por parte de una ciudad o municipio²⁴ puede estructurarse e implementarse en cinco pasos, como se muestra en la Figura 2.1. La Agregación de Proyectos, sin embargo, enfrenta una serie de barreras que obstaculizan su implementación e intensificación. Por tanto, antes de comenzar el proceso de agregación es crucial identificar y analizar las potenciales barreras e introducir medidas de políticas para superarlas previamente identificadas y valoradas. Además de las barreras mencionadas en el Módulo 1, se encuentran otras como económicas, falta de capacidad técnica relacionada con la operación y mantenimiento y falta de sensibilización respecto a los múltiples beneficios de la Agregación de Proyectos. Estos se analizarán en los módulos posteriores enfocando las tres áreas abarcadas en la presente Guía.

²⁴ Disponible en: <https://www.oecd.org/cfe/regional-policy/TH%20EU-OECD%20DEFINITION%20OF%20A%20FUNCTIONAL%20URBAN%20AREA.pdf>

Figura 2.1 Cinco pasos en la Agregación de Proyectos



2.1. Pasos cruciales en la Agregación de Proyectos

2.1.1. Paso 1 - Generación de ideas de proyecto

Se prevé que los municipios se esforzarán por traducir sus compromisos de mejora de la EE en acciones y priorizarán sus iniciativas en base a una gama de aspectos, como necesidades en los diversos sectores, conocimiento, herramientas y plataformas actualmente disponibles. En este proceso, es asimismo importante que los municipios reúnan la información y datos necesarios sobre planes y prioridades de EE, los cuales están en concordancia, por ejemplo, con los Compromisos Determinados a Nivel Nacional (NDC, por su sigla en inglés), en virtud del Acuerdo de París sobre Cambio Climático. La información acerca de los intereses de socios locales y nacionales y otras partes interesadas relevantes, y las redes en los ámbitos local, nacional e incluso regional también son muy importantes. Habiendo identificado a todas las partes relevantes interesadas en EE, debe considerarse la posibilidad de involucrarlos en las discusiones respecto a las necesidades y diseño del proyecto. En este contexto, organizar las consultas con partes interesadas resultaría muy productivo, permitiendo así la realización de las ideas de proyecto discutidas en propuestas concretas de proyecto para financiamiento. La información relacionada con los puntos de partida de la EE es crucial y debe incluirse, pues esto permite medir los beneficios de la intervención determinada sobre el punto de partida. Contar con información acerca del punto de partida también permite la estimación de mejoras que puede lograr el proyecto planificado. Ser capaz de

presentar esta información, que incluye las utilidades y múltiples beneficios de estas intervenciones hace más atractivas las ideas del proyecto para los financiadores.

2.1.2. Paso 2 - Valoración técnica y económica de invertir en el proyecto

El desarrollo de la idea del proyecto en una propuesta de Agregación de Proyectos requiere, además de la información descrita en el Paso 1, un mapeo de la capacidad local para conducir la valoración, lo cual comprende estudios de prefactibilidad y factibilidad. Se deben incluir aspectos como especificaciones técnicas, previsión de ahorros de energía y monto de inversión cuantificado. No contar con la capacidad local requerida para conducir una evaluación pormenorizada a fin de proporcionar estos detalles, hará que la elaboración de una propuesta de proyecto sólida y convincente tenga menos probabilidades de ser financiada. Por tanto, se sugiere un mapeo de las capacidades. Si no se han preparado, se debe incluir un componente de desarrollo de capacidad o capacitación en el inicio mismo, junto al diseño del proyecto.

2.1.3. Paso 3 - Modelos empresariales y opciones de financiamiento

Las intervenciones en EE a menudo están fragmentadas en diferentes áreas, soluciones tecnológicas y ubicaciones, lo cual determina su complejidad de cara a su implementación y tamaño relativamente pequeño a los ojos de potenciales inversionistas. La agregación de las intervenciones reduce los costos de transacción y aumenta el atractivo para inversiones,

pues los financiadores invierten en el paquete de Agregación de Proyectos y no en iniciativas pequeñas dispersas. Esto da lugar a la posibilidad de acceder a una escala mayor de financiamiento y asegurar la implementación en sí. Otro componente importante al desarrollar la propuesta de proyecto es la forma en que es estructurada y presentada. Las organizaciones de financiamiento y otros financiadores a menudo tienen dificultad en la obtención de datos e indicadores clave, los cuales permiten una exploración y juicio del potencial proyecto y su atractivo financiero. Es por tanto importante desarrollar y utilizar un formato estandarizado que resulte familiar a las organizaciones de financiamiento y otros financistas.

Una vez que las iniciativas de EE han reunido datos suficientes será posible el desarrollo del proceso entre ubicaciones diferentes. Para agregar proyectos de tipo similar, será necesario crear una estructura específica que será el comprador masivo y el prestatario principal. Para ello, caben tres opciones que se explican brevemente a continuación.

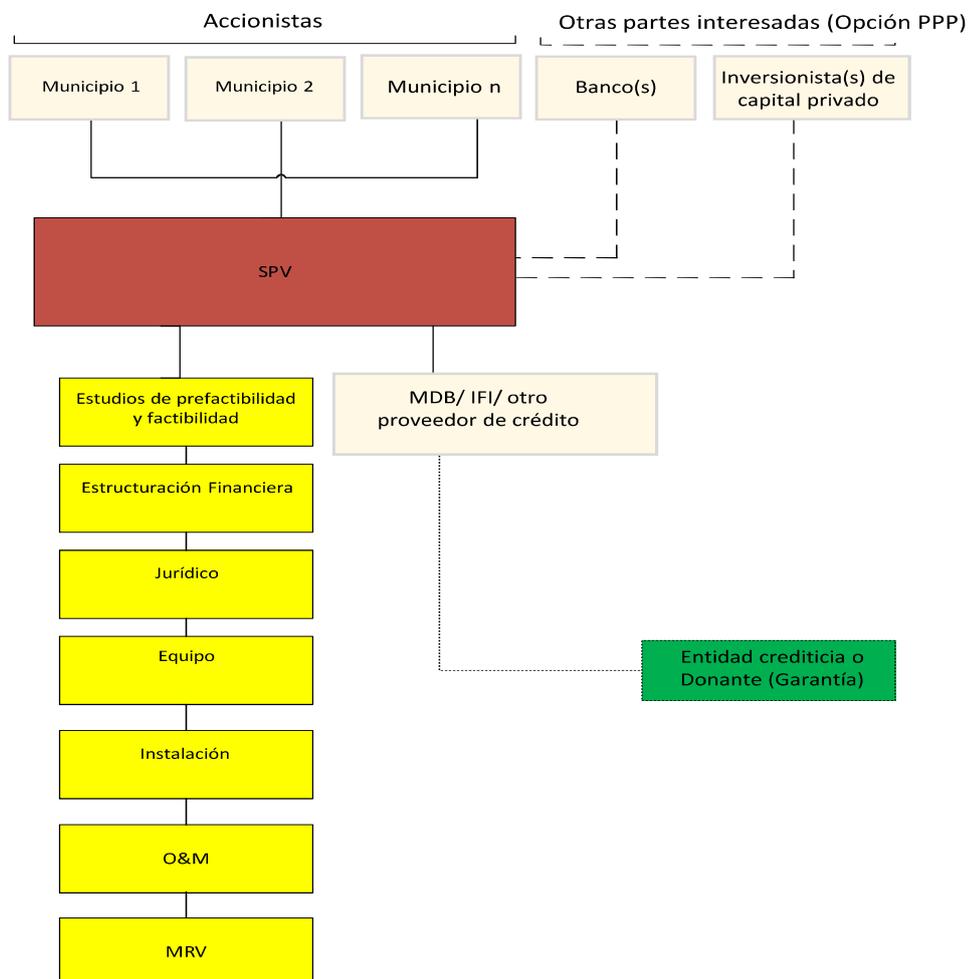
- *Vehículo para Fines Especiales (SPV)*: Un tipo de empresa o entidad que se establece para un propósito de proyecto específico y cuyos tenedores son propietarios de diferentes proyectos pequeños.
- *Modelo ESCO (Empresas de Servicios de*

Energía)²⁵: Se considera un mecanismo efectivo para el suministro de EE, que eleva al máximo la provisión de recursos energéticos. Las ESCO actúan básicamente como ejecutores de proyecto ya que integran una serie de componentes, como diseño de proyecto, adquisición, financiamiento, implementación y operación. Su modelo económico implica esencialmente que efectúan la compra masiva y, por ejemplo, retienen los beneficios de una factura reducida de energía. Se recomienda, sin embargo, que el lector adopte estos modelos después de haber evaluado su aplicabilidad para las áreas del usuario final.

- *Fondo Fiduciario o Rotatorio*: Las inversiones y financiamiento son canalizados a través de este mecanismo y retornan a la estructura. Un fondo fiduciario es establecido por una persona o entidad, conocida como otorgante, en beneficio de otra persona/ entidad, conocida como el beneficiario. Un fondo fiduciario puede contener efectivo, inversiones, bienes raíces y otros activos. Puede ser una herramienta valiosa en la planificación patrimonial y garantizar seguridad financiera.

Estas tres opciones se explican con más detalle en el Módulo 4. Un ejemplo de cómo se crea un modelo SPV se muestra en la Figura 2.2.

Figura 2.2 Modelo SPV para inversión en una Agregación de Proyectos de eficiencia energética municipal



²⁵ Véase por ejemplo EESL- Energy Efficiency Services Limited de India y la compra masiva para los artefactos de alumbrado.

2.1.4. Paso 4 - Adquisición Masiva para la Agregación de Proyectos

Puesto que varios proyectos se desarrollan hasta el punto de factibilidad técnica y financiera, el siguiente paso es que las ciudades o municipios organicen la compra y emitan la licitación para implementar el proyecto y logren ahorros de energía anticipados. Como con cualquier proyecto, para que la implementación tenga éxito es necesario utilizar una estrategia de compra bien definida y efectiva. Puesto que el proceso de compra se refiere a la adquisición de componentes y/o servicios por parte de la ciudad o municipio, es importante que se gestione de la manera más efectiva. Aspectos como condiciones de mercado –lo cual abarca proveedores existentes, los mejores estándares de rendimiento de energía mínima aplicables, fecha de entrega, objetivos y cronograma del proyecto, presupuesto y recursos disponibles– son muy importantes. Vale la pena mencionar asimismo que, después de la agregación, se añadirán múltiples proyectos y funcionará como un proyecto único durante la etapa de financiamiento e implementación.

Cuando se intenta conseguir EE es importante que estén preparadas las políticas y pautas necesarias, junto con instalaciones de prueba y sistemas de registro del producto, de modo que los productos de los nuevos proyectos cumplan con las mejores soluciones de mercado disponibles.

En conclusión, un enfoque integrado de políticas y mercado incluirá la definición de políticas, normas y reglamentaciones, mecanismos de financiamiento y entrega, monitoreo de verificación y cumplimiento, y finalmente una gestión correcta desde el punto de vista ambiental y del sistema de salud²⁶.

2.1.5. Paso 5 - Inversión en infraestructura en el paquete

A estas alturas, los proyectos insertarán la inversión en la implementación del paquete de agregación mediante el compromiso de inversionistas de gran escala y financistas en infraestructura de desarrollo. Se requiere un procedimiento transparente para el desembolso de fondos a los proyectos individuales

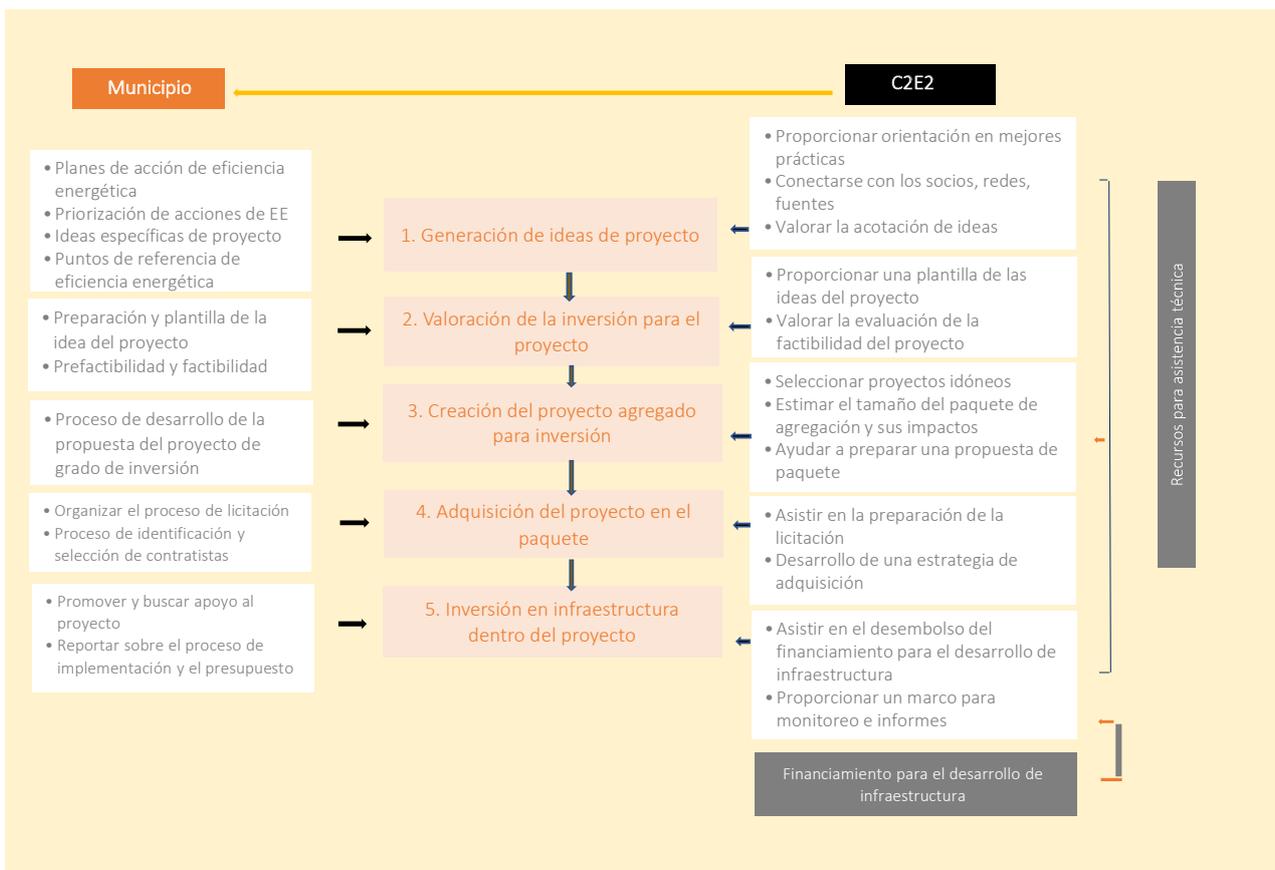
que son parte de la agregación; esto según los presupuestos de los proyectos. En este proceso, se aconseja que la ciudad o municipio promuevan los proyectos individuales y busquen cofinanciamiento local para aumentar la capacidad local del sector financiero de financiar proyectos de EE. El monitoreo y presentación de informes son un componente importante del enfoque de agregación, por tanto se necesita un marco de monitoreo e informes a través del cual el avance de implementación en cada uno de los proyectos que integran el paquete pueda constataarse, verificarse y ajustarse fácilmente. Los informes son muy importantes para las autoridades y los financiadores del proyecto, de modo que puedan verificar y comprobar si los ingresos tienen el rendimiento esperado.

2.2. El trabajo del Centro de Eficiencia Energética de Copenhague

El Centro de Eficiencia Energética de Copenhague (C2E2) ha estado enfocando su trabajo en mejoras en la EE en países en desarrollo. Empeña actividades e iniciativas en varias regiones. Una de ellas es acelerar el aumento gradual en la implementación de proyectos y programas de mejoramiento en la EE. El C2E2 tiene como objetivo proporcionar experiencia profesional dinamizada, estructurada y agregada en modelos técnicos y de negocios relacionados con el desarrollo y la inversión en proyectos e iniciativas de EE. El C2E2 puede apoyar a ciudades y municipios, al igual que a otras partes interesadas con respaldo técnico en la puesta en marcha de intervenciones de EE por medio de la agregación de proyectos desde diferentes ubicaciones con contextos similares y dentro de áreas temáticas específicas. La asistencia técnica es proporcionada por expertos internacionales en energía, con conocimientos y experiencia en la implementación de proyectos de EE en todas las regiones. El C2E2 puede ayudar a desarrollar ideas hacia un proyecto con grado de inversión factible y proporcionar una vasta variedad de recursos para aumentar la capacidad local de cara a la evaluación del proyecto, su diseño y ejecución. La Figura 2.3 muestra la interacción entre el C2E2 y ciudades y municipios con planes de perfeccionamiento de la EE, y el tipo de apoyo que pueden brindar.

²⁶ Véase también United for Efficiency for further details on Model Regulations for lighting Appliances and equipment, product registration systems and procurement guidelines at: united4efficiency.org

Figura 2.3 Asistencia técnica de C2E2 a gobiernos locales



2.3. Conclusiones

Este modelo ha presentado los diversos pasos que se requieren para una Agregación de Proyectos con éxito y mostrado cómo puede, a su vez, ayudar en la puesta en práctica de las intervenciones descritas en el plan estratégico de EE. El módulo ha expuesto asimismo los múltiples beneficios de la Agregación de Proyectos, como economías de escala, costos de transacción reducidos y mayor atractivo para los financiadores cuando proyectos de pequeña escala similares se agrupan en un proyecto o intervención más grande.

2.4. Lectura recomendada

Dzene, I., Rochas, M., Blumberg, D., 2007. Energy 4 Cohesion Guideline for bundling decentralized energy actions. Energy 4 Cohesion- Deliverable 6.3. August, 2007.

Socks, M., Mosenthal, P., DeCostanzo, D., Gupta, A., 2016. The Energy Efficiency Extra Value Menu: Streamlining Energy Efficiency Delivery. 2016 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings

United for Efficiency (U4E) initiative, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

Evaluación rápida de proyectos de eficiencia energética para municipios



Evaluación rápida de proyectos de eficiencia energética para municipios

Santiago Martínez Santaclara, Jorge Izquierdo Pérez, Gabriela Prata Dias, Rahul Raju Dusa, Clara Camarasa Hernando

3.1. Esquema general de las soluciones y medidas técnicas de apoyo a la Agregación de Proyectos

Las opciones técnicas para perfeccionar la eficiencia energética (EE) en el ámbito municipal son fácilmente accesibles y en muchos casos económicamente viables. El propósito de este módulo es presentar opciones y herramientas admisibles para el desarrollo de medidas de EE, todas las cuales tienen el potencial de ser parte de una intervención exhaustiva para configurar un proyecto de agregación. Asimismo, comparte ideas de potenciales medidas técnicas de EE, un marco sistemático y las herramientas necesarias para desarrollar una evaluación rápida. En base a su potencial de EE en el ámbito municipal, el contenido se enfoca en tres áreas fundamentales: iluminación vial, sistema de abastecimiento de agua y edificios públicos.

3.2. Potencial de EE en iluminación vial, sistema de abastecimiento de agua y edificios públicos

3.2.1. Iluminación vial

La iluminación representa el 15 por ciento del consumo de electricidad mundial y 5 por ciento de las emisiones de GEI. Se espera que, en la próxima década, el consumo de alumbrado se eleve en un 50 por ciento.²⁷ Según varias fuentes, la cuota de consumo en iluminación vial puede representar un amplio espectro: de la energía pública utilizada en las ciudades del mundo entero, de 4 a 40 por ciento.²⁸ Al tratarse de un gasto notable, mejorar la eficiencia de la tecnología puede dar lugar a un alto grado de mitigación, principalmente reemplazando el equipo antiguo con luminarias más eficientes (véase Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1 Porcentaje de eficiencia y costo por tipo de luminaria*

	Eficiencia (%)	Costo (USD/año)
Vapor de mercurio	35%	77.1
Halogenuro metálico	80%	21.1
Sodio de alta Presión	80%	17.6
Lámpara fluorescente compacta (CFL)	70%	34.4
Incandescente	35%	550.6
Diodo emisor de luz (LED)	95%	11.5

*Cálculos basados en el consumo de energía anual de una sola farola de vapor de mercurio de 160 W y farolas equivalentes que operan 12 horas al día con una tarifa de electricidad de 0,11 USD/kwh

²⁷ US Department of Energy, 2015. Rise and Shine: Lighting the World with 10 Billion LED Bulbs. Disponible en: <https://www.energy.gov/articles/rise-and-shine-lighting-world-10-billion-led-bulbs>.
²⁸ Disponible en: www.worldbank.org/energy/led-street-lighting-unburdening-our-cities

Al enfocarnos en países en desarrollo con relación a los datos anteriores se observaron dos efectos:

- La iluminación vial representa la demanda de electricidad más baja en estos países debido a la falta de electrificación e insuficiente cobertura de iluminación vial en ciertas áreas.
- Se registran gastos superiores debido al uso extensivo de equipo antiguo e insuficiente.

Dependiendo tanto de la tecnología existente como de los tipos de medidas a emprender, los potenciales ahorros de electricidad en sistemas antiguos oscilarían de 40 a 60 por ciento de la demanda anual de energía²⁹. Se identifican dos tipos principales de medidas de EE en la iluminación vial:

- Reemplazo de luminarias con tecnologías eficientes, es decir, bombillas LED. Solo esta medida, en sí, puede dar lugar a significativos ahorros de energía. La instalación de luminarias inteligentes con dispositivos como sensores fotovoltaicos (para detección de luz natural) y sensores de locomoción (para detectar movimientos vehiculares o de transeúntes), etc. Estas medidas son fundamentales para aumentar al máximo los ahorros de energía.
- Asignación de personal dedicado para asegurar operaciones eficientes y costos óptimos en la vida útil de la tecnología.

3.2.2. Sistemas de abastecimiento de agua

El agua es un derecho universal. Sin embargo, la mayor parte de la población con acceso al agua no está consciente de su verdadero valor, lo cual significa que el desperdicio de un recurso escaso como el agua afectará su futuro acceso, con restricciones financieras debido al derroche de energía consumido y las emisiones equivalentes.

El sistema de abastecimiento de agua es una de las fuentes que predominan en cuanto a la demanda de energía de los municipios que, en algunos casos, alcanza a 30 - 50 por ciento de su cuenta de electricidad³⁰. A una escala más amplia, varios estudios estiman que el ciclo del agua en su conjunto (lo cual incluye extracción, tratamiento, distribución recolección y saneamiento) crea entre 4 y 7 por ciento de la demanda energética, con significativas variaciones por país (de alrededor de 2 a 6 por ciento en países como Brasil o España a cerca del 20 por ciento en California en EE.UU).³¹

Hasta 70 u 80 por ciento de la energía gastada en el proceso de abastecimiento de agua (de la fuente al consumidor) y alrededor de 50 por ciento de todos los gastos del ciclo de agua (lo cual incluye la disposición

del agua residual) está relacionado con la electricidad que se necesita en las etapas de bombear el agua, transportarla y distribuirla. Algunos estudios han detectado cerca de un 60 por ciento de pérdidas de energía en el ciclo, lo cual muestra el espacio para optimización en este sector³². Son varios los factores que influyen en la magnitud de esta demanda:

- Las características geográficas del sistema, es decir, la distancia desde la fuente a los puntos de consumo y la diferencia de altura entre ellas (por tanto, las significativas diferencias en la cuota de electricidad del abastecimiento de agua entre regiones).
- El denominado nexo energía-agua, que considera la relación directa entre consumo de agua y uso de energía. Se distingue dos tipos de gastos en el agua:
 - Consumo final en el lado de la demanda, que tiene un efecto multiplicador en el consumo de energía en el lado de la oferta debido a todos los pasos involucrados en el proceso de abastecimiento.
 - Fugas en la red, en sistemas antiguos pueden representar cerca del 34 por ciento del consumo de agua. Este tema tiene un doble efecto negativo: a medida que aumentan las fugas es necesario elevar la presión para asegurar el abastecimiento de agua, de esa manera aumentarán tanto el consumo de agua como las fugas. Considerando las dificultades tanto técnicas como económicas de atenderlas, las filtraciones pueden reducirse de manera costo efectiva a niveles de 10 a 15 por ciento.
- El dimensionamiento del sistema de bombeo, especialmente después de realizar cambios o reducciones en la demanda de agua, p.ej. cuando se atienden temas de filtraciones.
- La antigüedad y sustentabilidad de los componentes del sistema:
 - Nivel de sedimentación de las cañerías: las cañerías de fricción baja reducen la resistencia considerablemente.
 - Eficiencia de las bombas y presencia de mandos de regulación de velocidad.
 - Ajuste de la carga de bombeo dependiendo de la dinámica y condiciones de estática de las fuentes de agua.
 - Eficiencia de los condensadores y transformadores.
 - Prácticas operativas y frecuencia de las actividades de mantenimiento.

²⁹ European Commission (EC), 2007. Guide for energy efficient street lighting installations. 2007. Disponible en: https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/e-street_e_street_guide_en.pdf.

³⁰ IEA, 2017. Water Energy Nexus. World Energy Outlook Special Report. Technology report. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/water-energy-nexus>.

³¹ Gustavo, F. and Emilio, L., 2015. Eficiencia energética y regulación económica en los servicios de agua potable y alcantarillado. Available at: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/37630>.

³² Copeland, C., 2014. Energy-water nexus: the water sector's energy use. Congressional Research Service. Disponible en: https://www.everysreport.com/files/20140324_R43200_708bce0bc492d24fc5ee90e7e4902f90e2fde12d.pdf.

3.2.3. Edificios públicos

Observando el origen del consumo de energía, los edificios de todo el mundo concentran alrededor del 30 por ciento del consumo de energía de los países; de estos, los edificios públicos representan entre 30 y 40 por ciento del parque inmobiliario en general.³³ Es más, a medida que crecen las poblaciones y economías en desarrollo, el área de suelo promedio por unidad de vivienda y la demanda de confort térmico (especialmente cuando se trata de aire acondicionado) también crece, lo cual lleva a un aumento severo del consumo promedio en edificios. Por ejemplo, Chile ha experimentado un 6 por ciento de crecimiento en los últimos 10 años³⁴. En otros países, como Dinamarca, los edificios (en contraposición a la industria y al transporte) demandan cerca de 40 por ciento de energía, de la cual apenas 15 por ciento está relacionada con el sector público (hospitales, centros educativos, etc.)³⁵.

En este sentido, es necesario abordar una mayor optimización de la eficiencia de edificios para nivelar la tendencia, si no revertirla. Algunas estimaciones señalan una potencial compensación del creciente aumento de consumo energético en edificios de 30 a 40 por ciento para 2050 por mejor rendimiento térmico. Desde 2014, las mejoras en eficiencia técnica en todo el mundo han dado lugar a una reducción en el consumo de energía de 0,7-0,9 por ciento anual, con un 4 por ciento de disminución solo entre 2016 y 2018, lo cual significó evitar alrededor de 3,5 Gt de CO₂³⁶. La digitalización (medición y control inteligentes) cumple un importante papel y se estima que tiene un potencial de contribución al reducir el consumo en edificios de hasta 10 por ciento para 2040.

Con este fin, el índice de rendimiento energético del edificio (EPI, por su sigla en inglés) (kWh/m²/año) es un indicador primordial para cuantificar las

características de eficiencia del edificio. Esto, empero, varía significativamente según la tipología, ubicación y condiciones climáticas del edificio, que influyen directamente en los potenciales ahorros de energía. Dependiendo del tipo y la utilización del edificio, podrían requerirse los siguientes datos de referencia (aunque no se limita a ellos) para comprender, evaluar y planificar actividades para mejorar la EE en edificios públicos:

- Características del edificio (uso, ubicación, condiciones climáticas, antigüedad, tamaño, pisos, distribución, etc.)
- Actual equipo en uso, tecnologías adoptadas, cuota de consumo de energía, diseño y eficiencias operativas, los parámetros que impactan directa e indirectamente estas eficiencias (ocupación, calefacción y cargas de refrigeración, antigüedad, tasas de ventilación, y requisitos de uso final, desequilibrio entre la oferta y la demanda, etc.)
- La medición de la iluminación natural y artificial: iluminancia (Lux)
- Niveles deseados y disponibles de Lux a través de iluminación (natural y artificial)
- Consumo de agua caliente/ combustible/ electricidad
- Horas de operación diarias/mensuales
- Por medio de estudios: preferencias en iluminación, confort térmico, corrientes de aire, etc.

En el siguiente cuadro se presentan algunas de las potenciales medidas de EE por componente de edificio o tecnología:

³³ UN Environment and International Energy Agency, 2017. Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector- Global Status Report 2017. Disponible en: https://www.worldgbc.org/sites/default/files/UNEP%20188_GABC_en%20%28web%29.pdf

³⁴ Silvero, F., Rodrigues, F., Montelpare, S., Spacone, E., Varum, H., 2019. The path towards buildings energy efficiency in South American countries. Sustainable Cities and Society 44(2019), 646-665. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670718306929>.

³⁵ Mathiesen, B. V., Drysdale, D., Lund, H., Paardekooper, S., Ridjan, I., Connolly, D., Thellufsen, J.Z., Jensen, J.S., 2016. Future green buildings—a key to cost-effective sustainable energy systems. Disponible en: https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/234005850/Future_Green_Buildings_A_key_to_cost_effective_sustainable_energy_systems_ENGLISH.pdf.

³⁶ IEA, 2019. Energy Efficiency. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2019>.

Cuadro 3.2 Potenciales medidas de EE para edificios

Sección / Área	Medidas de EE
Revestimiento	<p>Reducción de la transmitancia térmica (mejora de la transmitancia de calor), con un potencial de cerca de 30 por ciento de ahorros de energía</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paredes externas de múltiples capas con diferentes materiales de aislamiento • Mantenimiento de techo/ sustitución/ reforma (también con diferentes capas, lo cual incluye material de aislamiento) • Mantenimiento de pisos/ sustitución/ reforma (calefacción de piso puede ser una medida adicional) <p>Sombra: para reducir/ elevar al máximo la radiación directa (para la calefacción deseada/ no deseada e iluminación natural)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sombra inteligente (persianas inteligentes) • Sombra de acuerdo a la posición del sol en cada estación <p>Aperturas del edificio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejora del aislante en ventanas y puertas • Doble cristal con cámara de aire (DHC, por su sigla en inglés) • Mantenimiento/ sustitución/ reforma de marcos de las ventanas (aluminio o PVC) • Cámaras de aire a través de puertas (corredizas, rotatorias) o habitaciones intermedias para reducir la fuga de aire • Control inteligente de ventanas (potencial de ahorros de energía de 10 a 20 por ciento)
Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento/ sustitución de luminarias con luces LED • Iluminación inteligente: sensores para apagar luces cuando no se están utilizando (potencial de ahorros de energía: de 1 a 10 por ciento)
Dispositivos y controles	<ul style="list-style-type: none"> • Enchufes con temporizador para dispositivos que no necesitan estar encendidos permanentemente (potenciales ahorros de energía de 1 a 5 por ciento) • Aclimatación y control con termostatos inteligentes, optimizando así tanto la eficiencia como el confort (potencial de ahorros de energía de 5 a 20 por ciento) • Zonificación inteligente (diferentes espacios): potenciales ahorros de energía de 10 por ciento • Sistemas de gestión de edificios
Calefacción y refrigeración (H&C)	<ul style="list-style-type: none"> • Sustitución de radiadores antiguos y sistemas de H&C por tecnologías renovadas, dependiendo de la infraestructura del municipio y el grado de sustentabilidad de la fuente de energía en el área • Calefacción distrital (teniendo como meta calefacción distrital de baja temperatura) • Bombas térmicas (calefacción y/o aire acondicionado) • Uso de paneles solares para caldear espacios y agua caliente doméstica • Bombas de calor geotérmicas
Generación de energía en el lugar: Energías renovables y reducción de pérdidas por transmisión	<ul style="list-style-type: none"> • Energía solar fotovoltaica para generación de electricidad en el lugar: podría abarcar usos como iluminación y otras necesidades de energía en dispositivos eléctricos.
Promoción social y capacitación de personal y partes interesadas relevantes	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación para conducir mantenimiento periódico de los componentes y tecnologías del edificio para la reducción óptima del consumo de energía • Sensibilización sobre la conservación de energía por medio de campañas temáticas • Talleres, desarrollo de capacidad y seminarios sobre conservación de energía y medidas de EE

3.3.Pasos claves para desarrollar una evaluación rápida

Una evaluación rápida debe analizar las condiciones generales del municipio, entre ellas: ubicación geográfica de la ciudad, población, PIB, recursos energéticos, planificación urbana y planes de desarrollo, potencial renovable (energía solar), ambiente socioeconómico y portafolio energético. La evaluación rápida debe dar prioridad al análisis de barreras técnicas y económicas, al igual que a los retos futuros en el desarrollo de medidas de EE. Debe hacerse en paralelo con la identificación de un modelo de negocio e instrumentos financieros sólidos (véase Módulos 4 y 5).

Para realizar una evaluación rápida, se requerirán recursos concretos como experiencia profesional técnica, e información energética y financiera. Estos recursos, respaldados por las herramientas

presentadas en esta sección, proporcionarán al municipio el conocimiento necesario para desarrollar proyectos destinados a perfeccionar la eficiencia de la iluminación vial, sistema de abastecimiento de agua y edificios públicos en el municipio –junto a beneficios asociados como reducir las emisiones de GEI, mejorar la seguridad energética, favorecer los presupuestos públicos, reducir la contaminación local del aire y crear empleos locales.

3.3.1.Datos preliminares para la evaluación rápida

Para crear un punto referencial del estado del consumo energético y estudiar cada mejora potencial individual se requiere comenzar por un análisis más amplio del municipio. Los datos necesarios para desarrollar el parámetro e indicadores sobre potenciales ahorros que serán presentados en posteriores secciones son como sigue:

- Población de la ciudad/ municipio
- PIB (USD/año)
- Características del clima por mes (i.e., precipitación, temperatura, humedad)
- Consumo total de electricidad (kWh/mes o si no está disponible kWh/año)
- Consumo de gas natural, petróleo, carbón, etc. (Kg/mes, pie/mes, kcal/mes)
- Cuenta total de electricidad (USD/mes, si no está disponible, USD/año)
- Cuota de cuenta de electricidad sobre los gastos municipales generales (USD/mes, si no está disponible Kwh/año)
- Cuota de los diferentes sectores municipales (i.e., Iluminación, abastecimiento de agua, etc.) sobre la cuenta de electricidad general

La cuota de la cuenta de electricidad sobre los gastos municipales y su división por sector son parámetros cruciales que pueden ayudar a definir la situación en curso en el ámbito municipal, y el potencial impacto que las acciones podrían tener no solo en el ámbito sectorial sino a un nivel municipal más holístico. Cuando se agrupan varios proyectos. Estos números pueden compararse potencialmente con el consumo de electricidad nacional, ya que las acciones que se

considerarán en los proyectos podrían influir en esta cifra.

Desde aquí, se puede realizar una división por sector, de modo que no se recolecten datos inútiles, si no hay intención de desarrollar el proyecto en algunas de las áreas propuestas. Esta investigación puede hacerse leyendo las etiquetas de los componentes, auditorías sobre los servicios básicos, analizando facturas y observando proyectos anteriores/ en curso de readaptación/ expansión de los sistemas.

3.3.1.1. Iluminación vial

La modernización de los actuales sistemas no eficientes de iluminación hacia soluciones LED altamente eficientes y disponibles puede reducir el consumo de energía en 40 a 60 por ciento, dependiendo de las tecnologías de iluminación vigentes en uso. Los LED aseguran una solución costo efectiva que puede aliviar las finanzas de los servicios básicos/ municipios por medio de ahorros de energía, lo cual da lugar a menores restricciones financieras que permitirían la expansión del sistema sin la necesidad de mayor capital.

Una auditoría documental para el sector de iluminación vial requiere una revisión del actual parque de alumbrado. La información general requerida para realizar una evaluación rápida del sector de iluminación es:

Parámetro	Valor
Luz solar promedio durante el año (horas)	
Tarifa de electricidad (USD/kWh)	

El inventario requerido del parque existente clasifica los bombillos en uso como sigue:

Tecnología	Potencia de faroles (W)	Inventario de artefactos (número)	Costo local del farol (USD/farol) *1
Mercurio Vapor	125		
	250		
Halogenuro metálico	70		
	100		
	150		
	175		
Sodio de Alta Presión	70		
	100		
	150		
	250		
Farol Fluorescente Compacto (CFL, por su sigla en inglés)	100		
Farol Fluorescente Lineal (LFL, por su sigla en inglés)	70		
Incandescente	100		
LED*2			

*1 Señale solamente el precio del bombillo para cada tecnología, sin considerar los costos de instalación.

*2 Agregue la cantidad necesaria de hileras para cada farol de potencia LED disponible.

Aplicación de uso final de cada tecnología de farol a fin de desarrollar una reglamentación para subastas

públicas dependiendo del uso final de los faroles:

Technology	Street/roadway	Parking lot	Pedestrian walkway
Mercury Vapour			
Metal Halide			
High Pressure Sodium			
Compact Fluorescent Lamp (CFL)			
Linear Fluorescent Lamp (LFL)			
Incandescent			
LED			

Prácticas de atenuación de la iluminación vial

Las prácticas de atenuación se consideran una de las acciones más efectivas de eficiencia energética en iluminación vial. La atenuación de la potencia de las luminarias durante las horas

de menor actividad en la noche contribuye a reducir la energía consumida al mismo tiempo que asegura el suministro del servicio. Si ya está presente en el municipio, la información que se requiere es la siguiente:

Parámetro	Valor
Porcentaje (%) de faroles atenuados	
Horas anuales de atenuación	
Porcentaje de reducción (%) de potencia de luz cuando se atenúa	

Costos de operación y mantenimiento

Se requiere conocimiento de la operación de la iluminación vial; es decir, si es gestionada

por el municipio o por medio de una empresa contratada.

A. Si el mantenimiento es realizado por el municipio

Parámetro	Valor
Número promedio de artefactos reemplazados (o % si se conoce) por año:	
Costo promedio de mano de obra (USD/h):	
Costo promedio del equipo* (USD/h):	

B. Si el mantenimiento es realizado por una empresa externa:

Parámetro	Valor
Número promedio de artefactos reemplazados (o % si se conoce) por año:	
Cargos (USD/año):	

3.1.1.2. Sistemas de abastecimiento de agua

Se requiere auditoría documental para crear un puntodepartidasólido para el consumo de energía y producción de agua que permita un análisis del potencial de ahorros de acciones específicas en ambas áreas. La auditoría permitirá una revisión detallada de los accesorios, operación

y mantenimiento del sistema. La información necesaria para realizar una evaluación rápida de estos sistemas se divide entre información general acerca de la producción de agua de servicios y consumo de energía, existencia y categorización de tecnología y preparación del estado de eficiencia de los diferentes accesorios.

Parámetro	Valor
Población atendida por el servicio	
Producción y consumo de agua	
Volumen anual de agua producido (m ³ /año)	
Consumo autorizado de volumen anual de agua (m ³ /año)	
Volumen anual de agua facturado (m ³ /año)	
Consumo de energía	
Consumo anual de electricidad (kWh/año)	
Costos anuales de electricidad (USD/año)	
Tarifa de electricidad (en USD USD/kWh)* ¹	
Costos totales de servicio (que incluyen los costos no energéticos relacionados)	

Energía retirada del sistema e instalación eléctrica:

Parámetro	Valor
Factor de potencia de la electricidad retirada del sistema	

Respecto a componentes electromecánicos

Tecnología	Capacidad instalada	Existencia de artefactos (número)	Eficiencia (%)
Transformador	(en kVA)		
Motor eléctrico	(en kW)		
Bomba	(en kW)		

Tecnologías/ dispositivos de control de capacidad

Tecnología	Unidades (número)	Gama de capacidades instaladas (kW)	Variación de carga operativa (% de carga)	Control manual o retroalimentación
Mando de regulación de velocidad (VSD, por su sigla en inglés)				
Acoplamiento hidráulico (control con Cuchara)				

Mecanismos vigentes de facturación:

Método	Cuota de unidades familiares (%)	Tarifa del agua (USD/m ³)	Consumo de agua (m ³ /persona/año)
Medición			
Tarifa fija			
Consumo no facturado autorizado			

Tipo de mantenimiento implementado:³⁷

Método	SÍ/NO
Mantenimiento correctivo (los componentes se cambian luego de la falla)	
Mantenimiento preventivo (los componentes se cambian antes de que fallen)	
Mantenimiento en base al estado (Acción sobre las causas originales en base a alertas de rendimiento variación w.r.t. entre el tiempo de vida estimado de los componentes y el tiempo de vida normal.	
Mantenimiento predictivo (acción basada en el rendimiento /alertas de potencia antes de alcanzar las horas de operación diseñadas del componente)	

Asimismo, cualesquiera medidas de conservación de energía adoptadas o implementadas recientemente (máximo los últimos 5 años) deben tomarse en cuenta (actividad, inversión, energía ahorradas, costo ahorrado, etc.).

3.1.1.3. Edificios públicos

Los municipios cumplen un rol especial en concientizar en torno al cambio climático, EE y prácticas de conservación. Como la célula más cercana al poder político para la población, su rendimiento puede utilizarse como un atractivo para persuadir a la población local sobre estos temas. El reacondicionamiento de los edificios públicos puede hacerse a través del empleo de recursos más eficientes (HVAC eficiente y sistemas auxiliares, sistemas de iluminación, sistemas eléctricos y unidades, y varios dispositivos como computadoras para oficinas,

sistemas de control, Sistemas de Gestión del edificio, etc.) renovando partes del edificio que tienen impacto directo en el consumo de energía (vale decir, materiales de aislamiento, ventanas, techos, puertas, cortinas de aire, jardinería) y /o sensibilizando a los trabajadores en el uso de los recursos.

La mayor parte de la información que es necesario recolectar como parte de la auditoría documental está disponible a partir del personal operativo, de mantenimiento y adquisiciones del edificio, en el equipamiento o dispositivos, etiquetas del fabricante, planes de arquitectura y/o facturas mensuales. La información correspondiente a las características del edificio, equipo y sus características auxiliares, perfil de consumo de energía, etc., se requieren como datos preliminares para evaluar su estado. En el Anexo II, se comparte un cuestionario detallado con los datos que deben recogerse (Anexo II. Cuestionario para evaluación rápida de edificios).

³⁷ Danfoss Drives, 2020. Webinar on "Conditioning monitoring with intelligent drives" by Norbert Hanigovszki, 2020.

3.3.2. Cómo analizar los datos

Cada una de las tres áreas de intervención señaladas (iluminación vial, sistemas de abastecimiento de agua y edificios públicos) requiere un análisis específico que tome en cuenta las características de cada sector (i.e., normas y reglamentación). El C2E2 tiene la experiencia necesaria en apoyar a los municipios en el proceso de desarrollar estos análisis y convertirlos en paquetes de agregación de proyectos. Trabajando con países en desarrollo para acelerar la ampliación de la mejora de los proyectos y programas de EE, el C2E2 tiene una serie de herramientas y ejemplos de autoevaluación rápida. Las estructuras metodológicas para estas herramientas se basan en mejores prácticas internacionales, tecnologías disponibles en el mercado y reglamentaciones de políticas. Si la información requerida en “3.3. Pasos claves para desarrollar una evaluación rápida” está disponible, las herramientas del C2E2 evaluarán e indicarán el potencial de energía y ahorros financieros al igual que la reducción equivalente de emisiones. En la página web del Sistema de Gestión de Conocimientos (*Knowledge Management System*) del Centro se encuentran disponibles ejemplos de proyectos similares desarrollados con el apoyo del C2E2.³⁸

Las evaluaciones ligeras pretenden analizar y señalar los potenciales ahorros con acciones técnicas específicas que ya están consolidadas, sin la necesidad de asignar recursos (financieros, tiempo y capacidad). Las herramientas están diseñadas de tal manera que pueden apoyar tanto los enfoques individuales como de paquetes de agregación. Aparte de las oportunidades técnicas que estas herramientas pueden brindar, hay tareas administrativas que pueden reducir las limitaciones financieras sin mejorar o empeorar el nivel de consumo de energía (i.e., renegociación del régimen de tarifas eléctricas).

El C2E2 puede proporcionar apoyo sobre el uso de herramientas internas y para la transformación de

los resultados en una preparación de proyecto de economías en desarrollo y emergentes en:

- Uso de herramientas de evaluación ligera propias;
- identificar socios potenciales (solicitantes de capital) para desarrollar la Agregación de Proyectos a fin de lograr una mejor postura de negociación y preparación de propuestas de proyectos para los inversionistas, como organizaciones nacionales e internacionales, con el objetivo de mejorar la habitabilidad de las ciudades;
- mitigar el efecto del consumo de energía basada en combustibles fósiles reduciendo las emisiones relacionadas;
- reducir el consumo de energía primaria y aumentar la EE;
- reducir las limitaciones financieras que impiden el desarrollo local;
- impacto positivo de la inversión (financiera, ambiental y social);
- análisis de los riesgos de sustentabilidad que el proyecto pretende mitigar implementando soluciones más eficientes y sustentables. Un mejor control del riesgo y cumplimiento de las normas evitaría:
 - daño de propiedad y/o equipo, activos, cadena de suministro del equipo de eficiencia energética,
 - los resultados de los cambios en las políticas, responsabilidad, preferencias de mercado o tecnologías para alejarse de las soluciones no sostenibles y no amigables con el medio ambiente que, de otra manera, afectarían el valor de los activos.

Recuadro 3.1 EE en iluminación vial – El caso de América Latina y Canadá

Varios proyectos relevantes llevados a cabo en América Latina en el pasado reciente brindan una idea del potencial de reducción de costos y energía de estas acciones. Todos esos proyectos, donde se emprendió la sustitución de 50.000 a 200.000 luminarias antiguas (normalmente farolas de Sodio de Alta presión) han demostrado factibilidad económica.

En Canadá y los EEUU, los resultados de proyectos de conversión total LED representaron ahorros de energía de 30 a 65 por ciento, con solo 2 proyectos por debajo del 60 por ciento. Puesto que se lograron mayores ahorros de energía y menores costos de mantenimiento, los proyectos redujeron su periodo de amortización de los 3 años previstos. En algunos casos, como en la ciudad de Hamilton (Canadá) se logró un periodo de amortización de 1,25 años para la sustitución de sus 10.000 luminarias.

³⁸ Copenhagen Centre on Energy Efficiency (C2E2). Knowledge Management System (KMS), <https://c2e2.unepdtu.org/kms/>.

Recuadro 3.2. EE del suministro de agua - El caso de Jordania

Varios proyectos potenciales tienen como objetivo reducir el consumo de energía del sector de abastecimiento de agua en el ámbito municipal. En Madaba, Jordania el potencial de ahorros de sustituir y reacondicionar el sistema de bombeo estaba reduciendo el consumo de electricidad anual en 35 a 50 por ciento, y de esa manera, las emisiones de GEI en 1.000 toneladas de CO₂-eq por año. En este caso, la extracción de agua conllevó 71 por ciento del consumo de energía eléctrica del servicio de agua.

Recuadro 3.3. EE de edificios públicos - El caso de Brasil

En Brasil, como parte del Programa Nacional de Conservación de Electricidad (PROCEL, por su sigla en portugués), se lanzó el programa PROCEL Seal. Esto involucró, entre otras actividades, los programas de EE destinados a edificios y acciones de compromiso energético municipal, que dieron lugar a ahorros de energía de 6,16 mil millones de kWh solo en 2010. Este y otros programas redujeron la intensidad de la energía de Brasil en 2 por ciento en el periodo comprendido entre 2001 y 2010

3.4. Conclusiones

Un análisis técnico detallado proporciona un panorama inicial a las personas interesadas sobre el potencial de EE disponible para las respectivas opciones técnicas y soluciones idóneas en el proceso de identificación e implementación de medidas de EE. Existe un significativo potencial de EE que puede aprovecharse y las historias de éxito de las medidas de implementación de EE ofrecen a las personas interesadas confianza suficiente en la funcionalidad del proceso de análisis técnico. La identificación de las medidas de EE son específicas de casos. No obstante, el desarrollo de evaluaciones rápidas con la ayuda de herramientas de autoevaluación o de un experto deben ser parte del paso principal en el proceso. A la larga, la exactitud de los resultados del análisis técnico redundará en una agregación y modelos financieros de EE desarrollados con éxito, lo cual se presenta en posteriores módulos, para implementar medidas de EE agregadas a una escala mayor.

3.5. Lectura recomendada

- NYSERDA, 2002. "How-to Guide to Effective Energy-Efficient Street Lighting: For Planners and Engineers." New York State Energy Research and Development Authority (NYSERDA), October 2002. Available at <http://www.rpi.edu/dept/lrc/nystreet/how-to-planners.pdf>.
- Prado-Lorenzo, J.M. y Sanchez, I.M.G., 2007. "Efficiency Evaluation in Municipal Services: an application to the street lighting service in Spain." *Journal of Productivity Analysis* Vol. 27 No. 3 (June 2007): 149-162.
- UNECE, 2017. Overcoming Barriers to investing in Energy Efficiency. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/geee/pub/Overcoming_barriers-energy_efficiency-FINAL.pdf

Modelos empresariales para la Agregación de Proyectos de Eficiencia energética para municipios



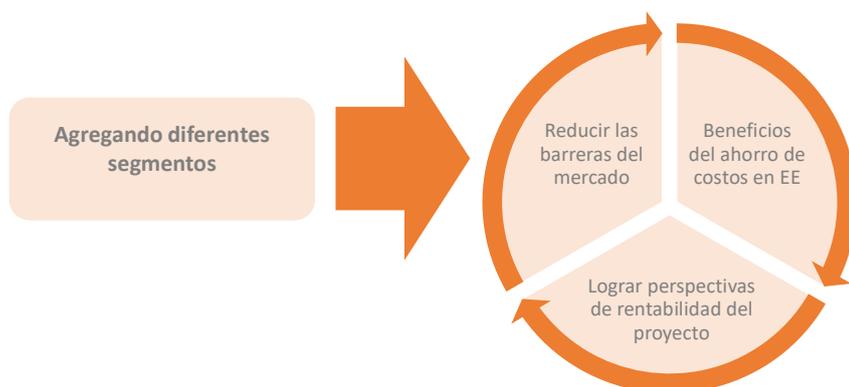
Modelos empresariales para la Agregación de Proyectos de eficiencia energética para municipios

Jorge Hinojosa Garza

Como se explicó en módulos anteriores, el concepto de Agregación de Proyectos brinda nuevas perspectivas a la eficiencia energética (EE) al lograr mejor rendimiento agregando a diferentes municipios o grandes partes interesadas a la misma solución holística. Como se muestra en la Figura 4.1, el proceso de agregación permite a los proyectos navegar a través del ciclo de menores barreras de mercado, beneficios de ahorro en costos y perspectivas de rentabilidad. Esto significa que varios actores pueden buscar financiamiento en conjunto y crear

modelos empresariales comunes para desbloquear inversiones mayores. Por medio de esta agregación, las tecnologías de EE que son difíciles de replicar y tienen un elevado costo inicial pueden financiarse por medio de un marco único que es especialmente útil para municipios. El presente modulo se enfoca en modelos empresariales emergentes para el sector público y proporciona al lector ejemplos y un análisis que ayuda a diferentes municipalidades a expandir su alcance.

Figura 4.1 Principales metas de la Agregación de Proyectos de EE



4.1. Modelos empresariales de agregación de eficiencia energética

El concepto de Agregación de Proyectos plantea una nueva perspectiva de la EE, al lograr mayor eficiencia añadiendo a diferentes municipios como parte de la misma solución holística.³⁹ Esto significa que varios actores pueden buscar financiamiento en conjunto y crear modelos empresariales comunes para desbloquear inversiones mayores. Una de las principales razones para esto es el uso de economías de escala, lo cual contribuye directamente a reducir el costo de transacción de los proyectos. Puesto que los proyectos son agregados en una sola carpeta de inversión, el financiamiento resulta menos arriesgado para los potenciales acreedores⁴⁰. En este sentido, los municipios pueden utilizar un solo proceso de adquisición para las instalaciones agregadas a fin de acceder a un apalancamiento financiero y modelos

empresariales más convenientes y más costo efectivos (véase Módulo 4 Modelos empresariales para la Agregación de Proyectos de eficiencia energética para municipios).

La necesidad de que los proyectos de EE sean financieramente más atractivos ofrece a la agregación una oportunidad innovadora para abogar en favor de paquetes de financiamiento que involucren a actores públicos y privados⁴¹. Puesto que los municipios han comenzado a utilizar diferentes modalidades para los edificios públicos, servicios de agua e iluminación vial, es crucial abordar los principales modelos empresariales que han creado estos paquetes integrales.

4.1.1. Modelo empresarial ESCO

Las Empresas de Servicios de Energía (ESCO, por su sigla en inglés) proporcionan renovaciones de EE por

³⁹ ESMAP, 2013. Financing Municipal Energy Efficiency Investments: Global Experiences and Lessons Learned. Washington

⁴⁰ Kerstetter, M., 2012. Bundling Solutions for Financing Building Energy Efficiency Retrofit Projects in Residential and Commercial Buildings. Columbia Law School, New York.

⁴¹ Cleary, K. and Palmer, K., 2019. Energy-as-a-Service: A Business Model for Expanding Deployment of Low-Carbon Technologies. Resources for Future, Washington, D.C.

medio de ahorros de energía, reacondicionamiento, gestión de riesgos y de la subcontratación. El objetivo de las ESCO es garantizar la EE en virtud de un contrato basado en el rendimiento. Esto significa que los clientes pueden hacer reembolsos para las renovaciones a medida que logran ahorros de energía. Las ESCO, como promotoras del desarrollo, pueden atender el financiamiento del proyecto y los ajustes operativos, y así garantizar ahorros a un menor costo. El modelo permite que los edificios públicos realicen mejoras de EE mientras las ESCO proporcionan el financiamiento y asumen el riesgo. A medida que el edificio ahorra energía mes tras mes, los clientes pagan la deuda y los costos de servicio.

Las ESCO permiten a los propietarios de edificios públicos e instalaciones optar por una gran inversión de capital en mejoras de EE sin que esto conlleve riesgos técnicos y de mercado, disminuyendo así las barreras financieras. Estos aspectos están atados a las garantías de rendimiento proporcionadas por las ESCO. La ventaja de utilizar contratos basados en el rendimiento es que los gobiernos pueden agregar proyectos que son subcontratados y las ESCO monitorear y verificar los ahorros de energía y rendimiento de los edificios o instalaciones.⁴²

Contratación de rendimiento de energía (EPC, por su sigla en inglés) es un modelo de contratación que permite a las ESCO ser proveedores de servicio y contratistas de la agregación de proyectos de EE. Con la EPC, el principal punto es ofrecer a los propietarios

o auspiciadores de edificios rendimiento garantizado y ahorros a través del contrato con una ESCO. Esto implica que se espera que el proyecto garantice ahorros de energía que ayudarán a la ESCO amortizar los costos de inversión del proyecto. Este contrato permite asimismo al usuario final prestarse dinero, garantizado por la ESCO, que asume el riesgo de desempeño.

Con un **modelo de EPC de ahorros compartidos**, la ESCO se ocupa de los instrumentos financieros con instituciones financieras que la ESCO utiliza para financiar al cliente. Los ahorros son utilizados por el cliente para pagar a la ESCO, que finalmente pagará el préstamo al banco. Una de las principales ventajas de este modelo de EPC es que mientras se están logrando los ahorros de energía, la ESCO recibe ingreso en base al rendimiento a fin de que el proyecto funcione (véase Figura 4.2).

En algunos casos las ESCO operan de manera similar a los bancos, en el sentido que pueden ampliar el crédito a los propietarios del edificio, lo cual es útil para nivelar la agregación de proyectos de EE. En la figura a continuación, el caso de un modelo simple de EPC de ahorros compartidos, representa a la ESCO como un mecanismo de financiamiento de inversión en EE, que es utilizado para la agregación del proyecto, disminuyendo así los costos de riesgo y capital. Por tanto, el modelo de ahorros compartidos implica que la ESCO asume tanto el riesgo técnico como del crédito.⁴³

Figura 4.2 Modelo de ahorros compartidos EPC



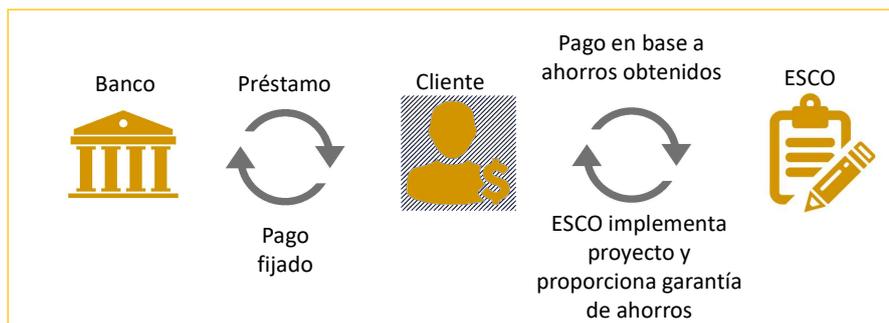
Fuente: IEA, 2018

Con el **modelo de ahorros garantizados**, que se muestra en la figura a continuación, el propósito de la ESCO es garantizar ahorros en la factura de energía del usuario final. En este caso, la ESCO asume riesgos

técnicos, pero el cliente obtiene financiamiento del patrimonio o deuda para pagar los honorarios contractuales a la ESCO y la institución financiera (véase Figura 4.3).

⁴² ESMAP, 2013. Financing Municipal Energy Efficiency Investments: Global Experiences and Lessons Learned. Washington, D.C.
⁴³ IEA, 2018. Energy Service Companies (ESCOs), IEA, Paris. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/energy-service-companies-escos-2>

Figura 4.3 Modelo de ahorros EPC garantizados



Fuente: IEA, 2018

Para que el modelo de ahorros garantizados de EPC funcione apropiadamente es crucial que el propietario del edificio o cliente disponga de una fuente adecuada de financiamiento para las renovaciones de EE, puesto que la ESCO solo garantiza los parámetros de rendimiento técnico, pero no abarca régimen alguno de estructura de pago compartido.

4.1.2. Modelo empresarial Súper ESCO

La Súper ESCO es una entidad que crea el gobierno para funcionar como una ESCO, específicamente para el sector público. Como se describe en “Módulo 2. Agregación de Proyectos: introducción y pasos”, el punto central de esta creación es desbloquear el potencial de financiamiento del proyecto vía agregación⁴⁴. Dadas las numerosas barreras tradicionales que las ESCO presentan, cuando se trata de la puesta en marcha del proyecto y financiamiento externo, las Súper ESCO utilizan fondos públicos internacionales y locales para impulsar programas de EE en instalaciones públicas.

La implementación en gran escala y diversos regímenes de arrendamiento con el sector público son las principales fortalezas que las Súper ESCO han utilizado en proyectos de EE, como en los casos de Bélgica y Croacia, donde los gobiernos federales crearon estas entidades para fomentar la EPC y el arrendamiento ecológico para municipios. En la práctica, el uso de las Súper ESCO ha evolucionado hacia la entidad pariente de las ESCO tradicionales, al financiarlas de una manera agregada, de modo que el acceso a financiamiento resulte más fácil y los regímenes de financiamiento de proyectos tengan mayor apalancamiento para crecer.

En este sentido, las Súper ESCO evalúan, capacitan y financian a las ESCO tradicionales, lo cual continúa hacia un proceso de monitoreo, con el propósito de preparar y estandarizar el mercado. La capacidad de agregación y financiamiento externo potencial de

las Súper ESCO ha llevado a los municipios a diseñar contratos grandes con estas entidades para el ciclo de financiamiento, a fin de utilizar plenamente los incentivos públicos y optar por carpetas más extensas de EE.

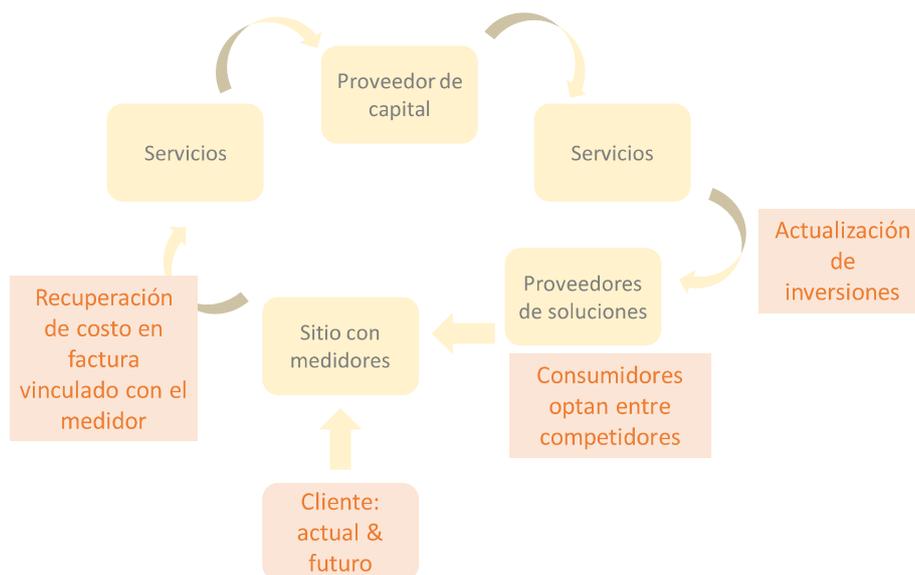
4.1.3. Modelo paga mientras ahorras

Cuando los consumidores no poseen recursos financieros para pagos iniciales u optan por deuda, paga mientras ahorras (PAYS, por su sigla en inglés) les permite acceder a renovaciones de EE costo efectivas, ya que pagan por una tarifa a través de sus facturas de electricidad. Esta modalidad elimina el endeudamiento elevado y barreras de costo mientras los ahorros de energía mensuales están directamente vinculados con la sustentabilidad a largo plazo de este modelo empresarial. Para consumidores de bajos ingresos y áreas residenciales de acceso remoto, se ha comprobado que el modelo PAYS mejora paso a paso la EE sin necesidad de capacidad crediticia (véase Figura 4.4).

En regímenes cooperativos y municipalidades, no tener resultados de obligación de deuda en un régimen atractivo en el cual los clientes hacen un esfuerzo conjunto para asegurar que compensarán las tarifas a través de sus ahorros de energía en la factura. Puesto que el financiamiento PAYS se apoya en una métrica adecuada y en la conclusión de los periodos de ocupación de los edificios bajo contrato, los consumidores participan cada vez más como partes de la agregación de proyectos para disminuir estas incertidumbres. En áreas de bajos ingresos, los edificios de propiedad pública utilizan cada vez más la ventaja del modelo PAYS con el sistema de tarifas en la factura, lo cual les permite acceder a medidas de eficiencia de recursos sin obligación de deuda. Es más, estos clientes no tienen que preocuparse por pagos iniciales, lo cual se traduce en numerosas oportunidades de agregación en mercados en desarrollo.

⁴⁴ IEA, 2018. Energy Service Companies (ESCOs), IEA, Paris. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/energy-service-companies-escos-2>

Figura 4.4 Modelo de financiamiento PAYS



Fuente: Energy Efficiency Institute, 2011

4.2.Comparación de modelos de empresas de agregación de eficiencia energética

La comparación de estos modelos empresariales permite ampliar la perspectiva de soluciones de EE que apoyen a los propietarios de edificios y municipalidades vía regímenes de financiamiento más inteligentes que den paso a proyectos más grandes de plazo más largo. Verbigracia, las ESCO facilitan el trabajo a los propietarios de edificios con empresas de energía que se encargan de financiar y de los servicios de energía, garantizando así ahorros y regímenes de refinanciamiento. Con todo, algunos propietarios requieren acceso más rápido a efectivo o renovaciones constantes de tecnología que pasan a ser intensivas en capital. Puesto que el flujo de caja de los proyectos de EE mayormente proviene de ahorros en costos y no de ventas de empresas, los modelos empresariales abordan mejoras de energía multianual y tecnologías innovadoras para que los proyectos sean financiables.

Dada la diversidad de barreras financieras, las asociaciones público-privadas (PPP) realzan el uso de estos modelos empresariales de agregación, como el caso de convenios de arrendamiento donde el equipo se renueva constantemente sin necesariamente convertirse en activos costosos para los propietarios. En el caso de las ESCO, las garantías son muy útiles para los casos de inversión en que municipalidades o actores pequeños desean agrupar regímenes de EE sin el suficiente conocimiento y capacidades.

Y, lo que es más importante, las asociaciones entre propietarios de proyectos y empresas que permiten el uso de economías de escala mejoran la competencia y costos de transacción sin el limitado acceso a financiamiento que tenían antes. En términos de apoyo financiero, el gobierno cumple un rol fundamental vía incentivos fiscales, que se combinan con modelos empresariales de agregación para explotar estas tecnologías.

4.2.1.Barreras

Uno de los puntos centrales en la utilización de modelos empresariales de agregación para EE es reducir los costos de transacción y estandarizar los paquetes de reacondicionamiento para que los propietarios y actores accedan a medidas costo eficientes de EE más simples. No obstante, ciertas barreras son inherentes a cada uno de los modelos empresariales descritos anteriormente, ya que están expuestos a diversos riesgos financieros, técnicos y conductuales, dependiendo del mercado y régimen de operación⁴⁵. En primer lugar, es esencial analizar las barreras a los modelos empresariales de EE, independientemente de los enfoques de agrupación o agregación, para una mejor comprensión de esta actividad. El Cuadro 4.1 muestra las barreras más típicas y relevantes a los modelos empresariales de EE en municipios y urbanizaciones.

⁴⁵ Kerstetter, M., 2012. Bundling Solutions for Financing Building Energy Efficiency Retrofit Projects in Residential and Commercial Buildings. Columbia Law School, New York.

Cuadro 4.1 Barreras fundamentales para los modelos empresariales de EE en municipios

Principales barreras		
Mercado	Financiera	Técnica
Organización de mercado y distorsión de precio	Capacidad limitada de endeudamiento	Capacidad municipal limitada
Altos costos de transacción	Limitada capacidad crediticia	Limitada familiaridad con tecnologías de EE
Tarifas de energía por debajo de los costos de suministro	Altos costos iniciales	Falta de tecnologías de EE asequibles para las condiciones locales específicas
Marco regulador incierto	Percepción de alto riesgo y altos costos de transacción	Falta de capacidad para mantener inversiones de EE
	Percepción de alto riesgo y altos costos de transacción	

Fuentes: ESMAP, 2017; IEA, 2018

Los modelos empresariales de EE en municipios están expuestos a diversas barreras que deben ser afrontadas con los marcos regulatorios adecuados e incentivos de políticas que fomenten el desarrollo de más modelos empresariales innovadores, dependiendo del caso específico de cada municipio. Como muestra la figura anterior, las barreras de mercado y financieras son una carga para los municipios, puesto que las inversiones en EE son arriesgadas y están muy expuestas a los precios del mercado, al igual que a decisiones regulatoras que podrían representar más barreras que beneficios para los proyectos.

Es más, la falta de capacidades en los municipios representan una de las barreras más desafiantes para los modelos empresariales, puesto que tienen que empezar de cero en varias regiones del mundo en desarrollo. Esto significa que sin la reglamentación, precios y signos financieros adecuados, los proyectos de EE siguen siendo un lujo para muchas municipalidades

que tienen tiempo y fondos limitados.

Es por ello que este módulo aboga por los modelos empresariales de agregación y adquisición masiva, donde los municipios afrontan las barreras a través del proyecto de agregación, al mismo tiempo que usan modelos empresariales que amplían el espectro de posibilidades de financiamiento para proyectos innovadores de EE que ofrecen significativos ahorros de costo de energía, precios de compra competitivos y una adecuada disponibilidad de financiamiento. Como se señaló, la disminución del riesgo de inversión en proyectos a través de modelos empresariales de agregación ha mostrado resultados positivos para inversiones de EE a mediano o largo plazo, donde las mejoras en tecnología son esenciales para realizar los pagos en la factura a medida que los usuarios ahorran energía. No obstante, los modelos empresariales de agregación también tienen barreras, las cuales se describen en el Cuadro 4.2 a continuación.

Cuadro 4.2 Barreras por modelo empresarial EE de agregación

Principales barreras por modelo empresarial de agregación		
Modelo ESCO tradicional	Modelo Súper ESCO	Paga mientras ahorras (PAYS)
Falta de conocimiento sobre potenciales clientes de EE	Limitada disponibilidad del gobierno	Limitada familiaridad con tecnologías de EE
Beneficios de ahorro de energía no predecibles para ciertos proyectos	Necesidad de un amplio grupo de proyectos para agregar	Falta de acceso a información
Limitado acceso a financiamiento para municipios remotos y de bajos ingresos	El acceso a financiamiento depende de los incentivos y políticas	Falta de tecnologías de EE asequibles para las condiciones locales específicas

Fuente: Elaboración propia

Comparar los modelos empresariales de agregación de EE nos permite identificar las principales barreras para cada uno de ellos, dependiendo de la perspectiva de los inversionistas o municipios. Puesto que la agregación de proyectos involucra compromisos de largo plazo con un modelo comercial elegido, es fundamental la consideración de estas barreras antes de buscar la inversión. Por ejemplo, si el usuario final es un municipio que se agrega a otros para mejoras en la EE, el modelo empresarial será muy diferente de la agregación de unos cuantos edificios en un distrito comercial de una ciudad. Los municipios podrían descubrir que los contratos de rendimiento de EE y modelos empresariales PAYS son factibles y adecuados, otros podrían depender de las modalidades Súper ESCO, dadas sus limitaciones financieras y percepciones de riesgo.

Utilizar la curva riesgo-rendimiento para cada proyecto y considerar estos modelos empresariales innovadores es esencial para las oportunidades – como PPP, cooperativas financieras, multiproyectos horizontales, entre otras iniciativas– que ayudan a las partes interesadas a obtener los ahorros de energía deseados y beneficios ambientales sin asumir más costos. Esto nos lleva al análisis de las principales oportunidades de los modelos empresariales de agregación de proyectos de EE.

4.2.2. Oportunidades

Los modelos empresariales de agregación de proyectos de EE representan oportunidades para los

municipios, ya que la combinación de mecanismos innovadores de financiamiento e inversiones agregadas permite regímenes de cooperación más sólidos que brindan mayores beneficios económicos para el paquete de agregación. En el caso de edificios, son diversas las posibilidades de integración de tecnologías innovadoras para calefacción, refrigeración, iluminación, artefactos y otras mejoras en la EE.

Por ejemplo, las garantías financieras municipales pueden apalancar, de instituciones financieras multilaterales, instrumentos para incentivar contratos EPC como proyectos agregados que simplifican la costo efectividad para los propietarios del edificio. En algunos casos, las medidas para EE involucran reemplazar la iluminación, actualizar los calderos de agua a más eficientes o instalar sistemas de agua más eficientes para los edificios.

A través de modelos empresariales PAYS, estas costosas instalaciones pueden resultar más factibles para agregación como multiproyectos horizontales en varios municipios al mismo tiempo. Por tanto, los costos y riesgos son compartidos y financiados en un sistema cooperativo para los propietarios de edificios, y así se alcanzan más metas de EE y beneficios ambientales en menos tiempo. Respecto a la iluminación vial, existen oportunidades cada vez más eficientes para ciudades, utilizando tecnologías LED, que han demostrado un ahorro de hasta 70 por ciento de energía⁴⁶.

Recuadro 4.1. Iluminación vial con EE - El caso de Brasil

En el caso de Brasil, dada la falta de capacidad de financiamiento y endeudamiento de los municipios, la solución fue agregar municipios como un consorcio que gestionó el proceso de financiamiento vía un SPV. Utilizando el modelo ESCO, los municipios podrían mejorar su iluminación y realizar reembolsos, confiando en una garantía de rendimiento técnico. Los financiadores estuvieron en condiciones de proporcionar gastos de capital a una tasa competitiva para el consorcio y la ESCO se ocupó del proceso de gestión, al igual que de la operación y el mantenimiento.

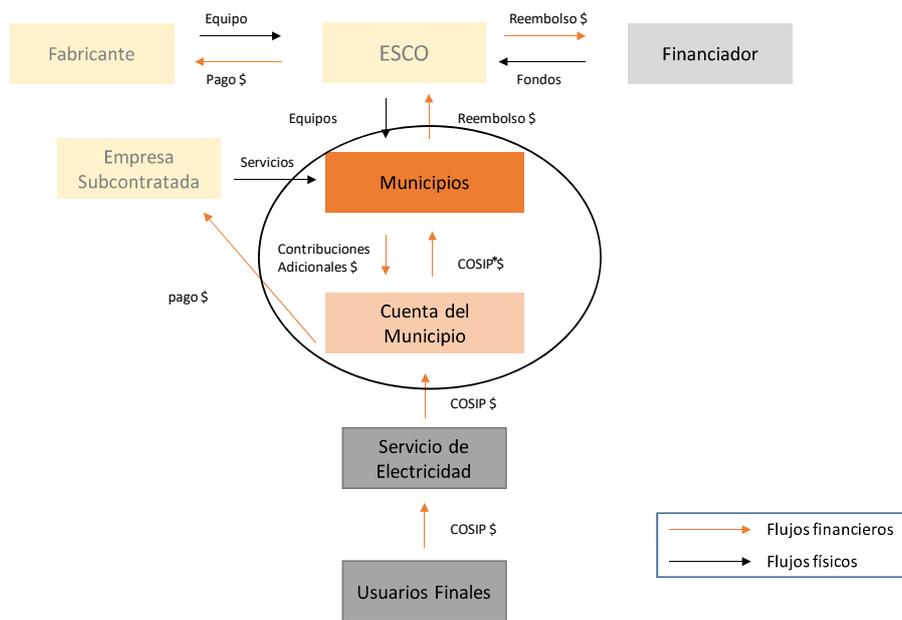
Esto ha dado lugar a que 13 ciudades brasileñas utilicen el modelo empresarial como “pago por el uso del activo”, logrando así que el reemplazo de la iluminación sea más costo eficiente sin los riesgos que los municipios no estaban preparados para asumir. La evolución constante de este modelo hacia una asociación público-privada (PPP, por su sigla en inglés), que delimita las tareas que cada uno de los actores está obligado a realizar, ha llevado a una rápida modernización del alumbrado público LED en varias ciudades brasileñas. Con todo, sin las políticas acertadas y limitadas capacidades municipales, la implementación de tales proyectos agregados sigue siendo un desafío en otras ciudades (ESMAP, 2017).

Como ilustra la figura a continuación, el modelo ESCO para alumbrado público proporciona intervenciones innovadoras para inversionistas y empresas de servicio de energía en municipios, lo cual se traduce cada vez más en proyectos agregados, como en el

caso de Brasil. Es igualmente crucial que el modelo empresarial Súper ESCO comprenda esto, pues destraba el potencial de las ESCO en municipios que no tienen acceso a fondos (véase Figura 4.5).

⁴⁶ ESMAP, 2017. Lighting Brazilian Cities: Business Models for Energy Efficient Public Street Lighting. Washington, D.C.

Figura 4.5 Ejemplo de estructura de modelo ESCO para alumbrado público



*COSIP quiere decir cargo de alumbrado público a la factura de los consumidores.

Fuente: ESMAP, 2017⁴⁷

El caso de agregación de proyectos de EE para servicios de agua u aguas residuales también ofrece numerosas oportunidades, especialmente en mercados en desarrollo, donde aún existen grandes brechas en financiamiento y políticas que abordan el problema en el ámbito municipal. Se ha visto que son numerosas las dificultades desde la fuente de agua hasta su tratamiento, distribución y reutilización en todo el proceso, debido a la débil gobernanza e infraestructura en cada paso de la cadena⁴⁸. Por tanto, la implementación de proyectos de menor costo y retorno financiero estable es crucial para que las medidas de EE de agua estén mejor preparadas. Uno de los últimos enfoques es el proyecto piloto de EE en agua y saneamiento que condujo a México a obtener financiamiento nacional para sus servicios de agua. A través de este programa, las unidades domésticas podían acceder a mejoras de EE con ahorros de electricidad del agua, eficiencia comercial y física, que están siendo monitoreados por el gobierno.

4.3. Modelos empresariales vigentes para una renovación profunda de edificio público

La evolución de modelos empresariales sustentables ha dado lugar a soluciones innovadoras en Europa, utilizando asociaciones público-privadas y redes de partes interesadas de diferentes maneras, dependiendo del tipo de edificios o instalaciones. En base a un análisis preliminar del mercado de renovaciones, se descubrió que diversas barreras de acceso a mejoras en la EE están relacionadas con la falta de integración de las partes interesadas en el diseño del modelo empresarial que no necesariamente es el más adecuado para cada usuario.

Como muestra la Figura 4.6, la interrelación de las ESCO con las diferentes partes interesadas va más allá de los sistemas de financiamiento tradicional, ya que hay numerosas oportunidades en el lado de la renovación de edificios. Estas incipientes ideas sustentables han sido probadas en ciudades europeas, lo cual amplía la colaboración entre autoridades públicas, instaladores, inversionistas, contratistas, propietarios de casas y otros actores que son cruciales para las innovaciones en EE.

⁴⁷ ESMAP, 2017. Lighting Brazilian Cities: Business Models for Energy Efficient Public Street Lighting. Washington, D.C.
⁴⁸ ESMAP, 2012. A Primer on Energy Efficiency for Municipal Water and Wastewater Utilities. Washington, D.C.

Figura 4.6 Mapeo de partes interesadas claves en el ecosistema de renovación del edificio



Fuente: EU Horizon 2020⁴⁹

4.3.1. Modelo de ventanilla única

Los modelos empresariales utilizan redes, agrupaciones, PPP y tecnologías innovadoras para resolver temas de EE en edificios mediante un enfoque holístico. Integran al propietario del edificio y definen medidas e inventarios óptimos para el proyecto de renovación, enfocados en edificios multifamiliares, especialmente en viviendas sociales. Muchos de estos proyectos utilizan tecnologías digitales modernas para las medidas de ahorro de energía que se aplicarán de maneras inteligentes, dependiendo de la solución que sea más adecuada para cada edificio. Por ejemplo, la ventanilla única es utilizada por las PPP vía EPC para permitir que las renovaciones se enfoquen en soluciones de EE, de acuerdo con las normas de eficiencia más actualizadas. Puesto que estos modelos empresariales son de tecnología intensiva, la mayor parte de ellos es financiado directamente a través de bonos ecológicos, en periodos de entre 15 y 20 años. Estos mecanismos permiten ingreso y capital disponible para que las empresas de EE familiares operen sin restricciones financieras.

4.3.2. Mecanismos de financiamiento innovadores

Como se describió anteriormente en este módulo, los mecanismos de financiamiento innovadores

están vinculados con modelos empresariales, como financiamiento sobre factura, PAYS, obligaciones de ahorros energéticos y otras soluciones que incluyen financiamiento en masa y financiamiento familiar. Esto significa que las inversiones participativas pueden promover espacios y renovaciones más ecológicas y cobrar fuerza en muchas intervenciones público-privadas. Por ejemplo, paquetes de remodelación han dado paso a grandes edificios de propiedad múltiple, como el caso de Laguna de Duero, en España. En esta intervención, la renovación la llevó a cabo una empresa privada y su subcontratista, que estaba vinculado con un crédito del Banco Triodos. La empresa privada fue refinanciada a través de un contrato de largo plazo con la comunidad de propietarios y la conexión de calefacción del distrito fue financiada por un mecanismo sustentable de largo plazo.

4.3.3. Nuevos modelos de recaudación

La innovación de los mecanismos de renovación se amplió a nuevos modelos de recaudación que combinan elementos de políticas climáticas e ideas de modelo empresarial de valor agregado interno, como ganancias por incremento de rentas, mecanismos de remuneración complementarios, certificados de etiqueta de construcción ecológica y otros. Por ejemplo, los mecanismos de alimentación permiten al productor de energía recibir pagos por

⁴⁹ EU Horizon 2020, 2020. Sustainable Business Models for the Deep Renovation of Buildings. Stunning, European Union.

unidad de energía renovable producida, que se asemeja a las políticas climáticas. Pero, en este caso, estos mecanismos dan paso a fuentes de ingresos de largo plazo, que abarcan brechas financieras para la construcción, combinados con otros mecanismos de apoyo. El caso de certificados de etiqueta de construcción ecológica ha evolucionado a garantías de rendimiento del edificio que permiten sobrepagos para la propiedad certificada que debe ser convenida en una posterior etapa, de acuerdo a las normas ecológicas (Unión Europea, 2020).

4.4. Conclusiones

Este módulo proporciona a los funcionarios de municipalidades y del sector público una amplia perspectiva sobre modelos empresariales para eficiencia energética. Puesto que agregar diversos proyectos por medio de mecanismos de financiamiento innovadores representa numerosas oportunidades para proyectos públicos, el propósito de este debate es identificar los principales rasgos de cada alternativa, dependiendo de las necesidades y limitaciones financieras del usuario.

La evolución de modelos empresariales sustentables para EE ha llevado cada vez más a edificios y municipios a incorporar proyectos agregados con el propósito de ahorrar costos y energía. El análisis brinda al lector una oportunidad de visualizar las principales barreras y oportunidades de estos modelos empresariales innovadores, con el objetivo de proporcionar información práctica suficiente para el surgimiento de nuevas oportunidades de agregación.

El salto de modelos empresariales ESCO a mecanismos de financiamiento innovador más recientes, como intervenciones de renovación profunda de edificios públicos, está uniendo a la comunidad de sustentabilidad, con circularidad y eficiencia en mente, a fin de crear un paradigma más resiliente.

Aún hay desafíos prácticos que deben demostrarse en países en desarrollo, considerando diversas realidades socio económicas y oportunidades de acceso a financiamiento.

4.5. Lectura recomendada

Cleary, K. y Palmer, K., 2019. *Energy-as-a-Service: A Business Model for Expanding Deployment of Low-Carbon Technologies*. Resources for Future, Washington, D.C.

Energy Efficiency Institute, 2011. *Pay as You Save*. <https://eeivt.com/wordpress/pays/>

ESMAP, 2012. *A Primer on Energy Efficiency for Municipal Water and Wastewater Utilities*. Washington, D.C.

ESMAP, 2013. *Financing Municipal Energy Efficiency Investments: Global Experiences and Lessons Learned*. Washington, D.C.

ESMAP, 2017. *Lighting Brazilian Cities: Business Models for Energy Efficient Public Street Lighting*. Washington, D.C.

EU Horizon 2020, 2020. *Sustainable Business Models for the Deep Renovation of Buildings*. Stunning, European Union.

IEA, 2018. *Energy Service Companies (ESCOs)*, IEA, Paris. <https://www.iea.org/reports/energy-service-companies-escos-2>

Kerstetter, M., 2012. *Bundling Solutions for Financing Building Energy Efficiency Retrofit Projects in Residential and Commercial Buildings*. Columbia Law School, New York.

Limaye, D. y Limaye, E., 2011. *Scaling up energy efficiency: the case for a Super ESCO*.

Financiamiento de paquetes de Agregación de Proyectos de eficiencia energética para municipios



Financiamiento de paquetes de Agregación de Proyectos de eficiencia energética para municipios

Xianli Zhu

Las soluciones adecuadas de financiamiento son fundamentales para obtener los múltiples beneficios de la Agregación de Proyectos de EE. Este módulo se enfoca en cómo abordar las barreras a su financiamiento, lo cual fue desarrollado en módulos anteriores. Como otros proyectos de inversión, muchos paquetes de Agregación de Proyectos de EE municipal enfrentan el tema de altos costos directos, en tanto que el beneficio de la inversión en forma de ahorros de energía se da en pequeños flujos durante el periodo de operación.

Entre las opciones de financiamiento está la de utilizar los presupuestos propios de los municipios, donaciones de gobiernos nacionales o gobiernos del nivel estatal y de donantes internacionales (lo cual incluye mecanismos de financiamiento climático), asociaciones público-privadas o fuentes comerciales y financiamiento fuera de balance. Excepto para financiamientos y donaciones de municipios, que pueden utilizarse con propósitos sociales, cualquier otro financiamiento externo requerirá una tasa mínima de rentabilidad del proyecto, así como bajo riesgo tanto técnico como financiero. La tasa mínima de rentabilidad puede variar de un país a otro, dependiendo del tipo de proyecto, la capacidad crediticia de los prestatarios, los niveles de riesgo del proyecto y el vencimiento de los préstamos.

Esta sección describe cada tipo de fuente de financiamiento, cómo funcionan, sus ventajas y desventajas, y algunos ejemplos concretos. Describe algunos factores que los municipios deberían considerar a la hora de seleccionar entre diferentes opciones de financiamiento. Presenta una sección sobre la disposición y acciones institucionales y financieras de largo plazo que se requieren para asegurar continuidad en el financiamiento y la implementación del proyecto de EE municipal. Por último, proporciona una lista de las herramientas vigentes que pueden apoyar la toma de decisiones sobre financiamiento de paquetes de Agregación de Proyectos de EE municipales.

5.1 Financiamiento del paquete de Agregación de Proyectos de eficiencia energética municipal - Requisitos y opciones

5.1.1 Requisitos para un financiamiento con éxito

Los beneficios económicos del paquete de Agregación de Proyectos de EE municipal provienen de ahorros en la factura de energía. Para atraer financiamiento externo, especialmente de fuentes comerciales, un paquete de Agregación de Proyectos debe ser económicamente viable, con un flujo estable de ingresos y ganancias durante su vida útil. Por tanto, es necesario cumplir unos cuantos requisitos previamente, entre ellos:

- *Los pagos del municipio por el uso de energía deben basarse en el consumo actual.* Si la facturación no se basa en el consumo (como en el caso de los sistemas de calefacción distrital), los ahorros de energía de los paquetes de Agregación de Proyectos no arrojarán ahorro alguno en los costos y, de esta forma, el financiamiento será difícil o imposible.
- *Los precios de la energía deben reflejar los costos reales de la energía.* A veces los precios de la energía incluyen subsidios e impuestos. Los precios de energía bajos o con altos niveles de subsidio podrían disminuir la rentabilidad de los paquetes de Agregación de Proyectos de EE municipales y hacerlos menos atractivos para los propietarios y usuarios de la instalación y para las instituciones financieras (Ravillard, et al., 2019)⁵⁰.
- *Estabilidad de los precios de energía.* Las fluctuaciones en el precio de la energía inciden directamente el flujo de ingresos y riesgos del proyecto. Una elevada inestabilidad de precios, especialmente en las declinaciones de precios, pueden disminuir el interés de los inversionistas en los paquetes de Agregación

⁵⁰ Ravillard, P., Carvajal, F., Soto, D.L., Montuenga, J.E.C., Antonio, K.M., Ji, Y., Hallack, M., 2019. Towards Greater Energy Efficiency in Latin America and the Caribbean: Progress and Policies. Inter-American Development Bank.

de Proyectos. Las elevaciones de precios brindan a los proyectos de EE más ingresos y ganancias. Las políticas gubernamentales claras de largo plazo sobre precios de energía futuros pueden reducir los riesgos de los paquetes de Agregación de Proyectos y alentar la inversión en ellos.

- *El proceso de preparación de presupuestos municipales debe permitir al municipio retener los ahorros en el costo como resultado de los proyectos de EE. Si el presupuesto municipal es reducido, cuando los costos de energía disminuyen, el municipio no está en condiciones de amortizar los costos de financiamiento de los proyectos de EE.*

Un municipio debe contar con buenos datos de referencia sobre el uso de energía y niveles de servicio relacionados como horas y niveles de iluminación interior, niveles de confort para calefacción y refrigeración y niveles de luz adecuados para alumbrado público. Sin tal información de referencia es difícil medir los ahorros en energía y costos de los proyectos de EE (véase más sobre análisis de datos en “Módulo 3. Evaluación rápida de proyectos de eficiencia energética para municipios” y “Módulo 6. Evaluación del rendimiento e impactos de los Paquetes de Agregación de Proyectos”).

5.1.2 Opciones de financiamiento para proyectos de eficiencia energética

A continuación se presenta el espectro completo de opciones de financiamiento internacional para proyectos de EE. Como se puede observar en la

Figura 5.1, un mayor nivel de madurez del mercado implica más acceso a crédito comercial. En general, las fuentes de financiamiento pueden dividirse en cuatro tipos principales: 1) financiamiento y presupuesto propios de los municipios, y donaciones de los niveles más altos de gobiernos o donantes internacionales; 2) créditos externos, como préstamos de bancos e instituciones financieras y bonos municipales; 3) inversión privada en la forma de asociaciones público-privadas; 4) opciones fuera de balance, es decir que los proyectos de reacondicionamiento de EE son financiados por inversionistas privados, especialmente por ESCO o empresas de arrendamiento –en tal situación los municipios siguen pagando las mismas facturas de energía por cierto periodo de tiempo a las ESCO o empresas de arrendamiento. Las empresas privadas y bancos comerciales financian los paquetes de Agregación de Proyectos de EE municipal debido a las oportunidades de obtener ganancias. A menudo, el financiamiento de paquetes de Agregación de Proyectos es una combinación de diferentes fuentes de financiamiento. Aparte de ciertos beneficios económicos mínimos de los proyectos, los inversionistas privados y bancos comerciales a menudo requieren medidas efectivas de control de riesgos, como ser una cierta proporción de financiamiento de los propietarios del proyecto, garantías o colaterales. Como otros proyectos de construcción de infraestructura municipal, los paquetes de Agregación de Proyectos de EE solo puede financiarse a través de asociaciones público-privadas.

Figura 5.1 Financiamiento de EE- Una escalera de opciones



Fuente: Lukas, 2018⁵¹

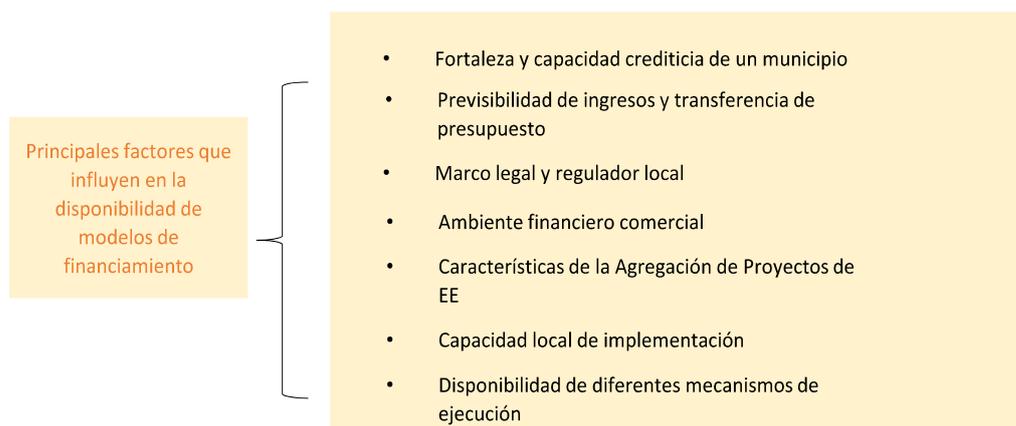
⁵¹ Lukas, A., 2018. Financing Energy Efficiency, Part 1: Revolving Funds. Live Wire - A Knowledge Note Series for the Energy & Extractives Global Practice (2018/88). The World Bank Group.

5.1.3 Factores que influyen en la disponibilidad de mecanismos financieros en diferentes municipios

Los municipios en diferentes países y regiones pueden enfrentar situaciones muy diferentes cuando de opciones disponibles para financiamiento de

paquetes de agregación de proyectos de EE municipal se trata, lo cual pueden verse influido por múltiples factores (véase Figura 5.2).

Figura 5.2 Principales factores que influyen en la disponibilidad de diferentes modelos de financiamiento



La mayor parte de estos factores se ven influidos por el tamaño del municipio y los municipios más grandes enfrentan problemas distintos respecto a los más pequeños⁵². En términos de paquetes de Agregación de Proyectos, el mismo tipo de acciones de EE, como iluminación vial y abastecimiento de agua, puede ser lo suficientemente importante para uno o para más paquetes de Agregación de Proyectos en un municipio grande. En el caso de los municipios pequeños, debido a un volumen menor de potencial de EE con la misma tecnología y el mismo tipo de instalaciones públicas, es posible que o bien se tenga que añadir acciones con mayor diversidad en el mismo paquete o formar parte de un paquete que abarque múltiples municipios.

5.2 Financiamiento y donaciones del presupuesto municipal

La primera situación que se presenta es que los municipios tienen financiamiento suficiente para implementar los paquetes de Agregación de Proyectos, ya sea a través de sus propios ahorros o financiamiento del presupuesto, de donaciones nacionales o regionales, o de entidades internacionales de desarrollo.

En tal situación pueden elegir entre contratar una empresa proveedora de servicios de energía en general –que conlleva la adquisición del producto, instalación y construcción– o contratar a varias

empresas para diferentes partes de la actividad, como ser auditoría energética detallada y diseño del proyecto, adquisición e instalación. Recurrir a los servicios de un contratista general puede reducir la carga de trabajo y requisitos de experiencia técnica de los municipios. Sin embargo, es posible que los pagos contractuales globales sean superiores y el municipio pierda el control de aspectos específicos de la implementación del proyecto de EE. Durante la implementación, el proceso de adquisición de los municipios no debe limitarse a seleccionar al proveedor de menor costo y permitir cierto tipo de acuerdos, como Contratos de Rendimiento de Ahorro de Energía (ESPC, por su sigla en inglés).

5.3 Soluciones de financiamiento fuera de balance

Si los municipios no pueden obtener crédito, es posible que consideren modelos de financiamiento que no acumulen deuda municipal y, por tanto, no se tomen en cuenta en su capacidad de endeudamiento (p.ej. financiamiento del vendedor o financiamiento del proyecto por una ESCO).

Puesto que los proyectos de EE requieren auditoría energética y capacidad técnica, aun cuando los municipios utilicen su propio financiamiento o se presten dinero de bancos para financiar proyectos de EE, lo normal es que de todos modos necesiten contratar un equipo técnico externo para llevar a cabo

el reacondicionamiento. Tales servicios profesionales pueden ser provistos por las ESCO u otras empresas técnicas. Los honorarios pueden pagarse en forma de un monto fijo negociado previamente, en virtud del cual la ESCO garantice cierto nivel de ahorro de energía o bien como cierta cuota de ahorro. En el “Módulo 4 Modelos empresariales para la Agregación de Proyectos de eficiencia energética para municipios”, se presentan más detalles sobre el compromiso de los proveedores del producto, las ESCO, auditores, arquitectos y otros proveedores de servicio en la implementación de los paquetes de Agregados de Proyectos de EE municipales.

Son dos los requisitos para que un contrato de desempeño energético funcione. Primero, que los estatutos permitan a los municipios retener su presupuesto original por costos de servicios, pese a que las futuras facturas por servicios serán reducidas como resultado de la energía instalada y medidas de conservación de agua⁵³. Segundo, que las entidades e instituciones públicas estén dispuestas a compartir datos sobre consumo de energía y agua.

5.3.1 ESCO

Las ESCO son empresas de servicio de energía, que a menudo proporcionan tanto servicios técnicos como financiamiento para proyectos de EE. Como las ESCO se especializan en inversiones de EE, están en mejor posición de controlar el riesgo, por tanto pueden proporcionar inversiones iniciales para proyectos de EE y recuperar su inversión más los beneficios debido al ahorro de energía y la reducción de costos energéticos de los proyectos. Para los municipios, la gran ventaja de utilizar a las ESCO para financiar sus paquetes de Agregación de Proyectos es que no tienen necesidad de obtener fondos para sus proyectos de EE; en tanto que al final del contrato con las ESCO, los municipios pueden disfrutar beneficios continuos del ahorro de energía de los proyectos, mejores servicios para los usuarios e incrementos en el valor de mercado de los edificios públicos o infraestructuras. Consulte el “Módulo 4 Modelos empresariales para la Agregación de Proyectos de eficiencia energética para municipios” para mayor información sobre las ESCO.

5.3.2 Financiamiento en la factura

El financiamiento en la factura (OBF, por su sigla en inglés) también conocido como pago en la factura, se refiere a un tipo de crédito que puede utilizarse para invertir en mejorar la EE de un edificio. El crédito es pagado con el tiempo por medio de cargos adicionales en la factura de servicios del edificio. Este mecanismo impulsa a los ocupantes y propietarios del edificio a invertir en medidas de EE, que pueden disminuir el consumo de energía y los montos de la factura de servicios⁵⁴. El OBF puede ayudar a los municipios a resolver el

tema de los costos iniciales de reacondicionamientos de EE, mientras que los costos son recuperados a través de un cobro adicional en sus facturas de energía. La ventaja del OBF es que los clientes no necesitan financiar los costos de reacondicionamiento de la EE. Al mismo tiempo, debido a servicios de largo plazo y al monopolio en el mercado, las empresas de servicios conocen el desempeño de los clientes en términos del pago de la factura de energía y tienen tanto la información de las facturas anteriores como mayor palanca financiera para evitar el incumplimiento de pagos por parte de los prestatarios. La desventaja es que el OBF necesita, asimismo, una inyección de financiamiento público inicial y la mayor parte de los programas presentes tratan de mantener la neutralidad de la factura y evitar un incremento en las facturas de energía de los clientes. Las empresas de servicios como las ESCO tienden a enfocarse en iluminación y equipos que utilizan energía con un gran número de participantes y un periodo corto de amortización. El OBF es popular en los EE.UU.

5.3.3 Crédito de los Proveedores

Otra forma de crédito comercial lo ofrecen proveedores, el cual permite a los municipios pagar por los productos o equipo para paquetes de Agregación de Proyectos de EE a plazos en un periodo acordado. La venta a plazos o crédito puede reducir la necesidad de recaudación de fondos iniciales por parte de los municipios para sus paquetes de Agregación de Proyectos. El crédito ofrecido por vendedores o proveedores a menudo es más rápido de obtener que los préstamos.

5.3.4 Arrendamiento ecológico

El arrendamiento ecológico –también conocido como arrendamiento en línea con la energía, energía eficiente o arrendamiento de alto rendimiento– es la práctica de realinear los incentivos financieros de medidas de sustentabilidad o medidas energéticas en documentos de arrendamiento. La realineación de estructuras de costo a través del arrendamiento ecológico permite tanto a los propietarios como a los inquilinos ahorrar dinero, conservar recursos y asegurar el funcionamiento eficiente de los edificios⁵⁵. El arrendamiento ecológico se aplica principalmente en edificios comerciales. En la mayor parte de los municipios, las entidades gubernamentales e instituciones públicas utilizan edificios públicos; en algunos casos los gobiernos municipales e instituciones públicas también alquilan edificios de una empresa privada o el organismo gubernamental que está a cargo de la gestión de los edificios públicos. En tales casos, el arrendamiento ecológico puede ser una forma de financiar proyectos de EE. Un ejemplo es la ciudad de Cleveland en EE.UU., que utiliza arrendamiento ecológico para apoyar la EE en mejoras de las edificaciones de la ciudad⁵⁶.

⁵³ DBEDT, 2016. Hawaii State Guide to Energy Performance Contracting (EPC), 2016 Revision. Department of Business, Economic Development, and Tourism (DBEDT), Hawaii.

⁵⁴ Zhang, S., 2013. On-bill financing: encouraging energy efficiency. Center for Climate and Energy Solutions.

⁵⁵ Feierman, A., 2015. What's in a Green Lease? Measuring the Potential Impact of Green Leases in the US Office Sector. Institute for Market Transformation (IMT).

⁵⁶ IMT, 2019. Green Lease Leaders: Spurring Efficiency in Cleveland Businesses and City Buildings. Market Transformation (IMT).

El arrendamiento ecológico puede utilizarse igualmente para financiar equipo de EE para iluminación vial municipal, edificios públicos, sistemas de abastecimiento de agua u otros paquetes de Agregación de Proyectos de EE municipal.

5.4 Crédito comercial y crédito de desarrollo

Para acceder al crédito comercial para financiamiento, un municipio debe considerar los siguientes requisitos. En caso de no cumplir con estos requisitos, los municipios deberán considerar otras opciones de financiamiento.

- 1) Los bancos comerciales locales o instituciones financieras (acreedores) están interesados o desean financiar proyectos de EE municipales y tienen los fondos y productos para el financiamiento de EE municipal.
- 2) Es necesario que, para los acreedores comerciales, el municipio sea considerado con capacidad crediticia, o que estos puedan obtener un respaldo crediticio o garantía del gobierno nacional o regional.
- 3) En muchos países, los gobiernos nacionales imponen limitaciones a los préstamos de los municipios. Un municipio debe tener suficiente capacidad de endeudamiento, por debajo de tal límite, para obtener préstamos adicionales.
- 4) Además de una tasa de crédito buena y suficiente capacidad de endeudamiento, el municipio debe tener un colateral aceptable para los prestatarios comerciales.

A veces los bancos de desarrollo multilaterales o bancos o fondos nacionales de desarrollo también ofrecen préstamos a bajo interés o líneas especiales de crédito para proyectos de EE. Los bancos de desarrollo son financiados por gobiernos y su objetivo es apoyar el crecimiento económico. Por tanto, a menudo ofrecen préstamos a tasas de interés más bajas y con plazos más largos de vencimiento.

5.4.1 Cómo conseguir que un proyecto logre perspectivas de rentabilidad

La definición de perspectiva de rentabilidad se refiere a que el proyecto es lo suficientemente sólido desde una perspectiva de ingresos y de riesgo como para atraer financiamiento en virtud de los términos de un contrato de EPC⁵⁷. Aunque el financiamiento es clave y el último paso entre el desarrollo del proyecto y su implementación, la perspectiva de

rentabilidad está en gran medida determinada por la identificación de oportunidad del proyecto, a través de una evaluación económica y de la selección de modelos empresariales. Se espera que la evaluación técnica y económica busque paquetes de Agregación de Proyectos con periodos de amortización relativamente cortos, una tasa interna de retorno superior a la tasa de interés del mercado, y poco riesgo técnico, económico y político. Tales propuestas de paquetes de Agregación de Proyectos tienen una alta perspectiva de rentabilidad: probablemente atraerán la atención de bancos y otras instituciones financieras y obtendrán el financiamiento necesario.

5.4.2. Gestión de riesgos

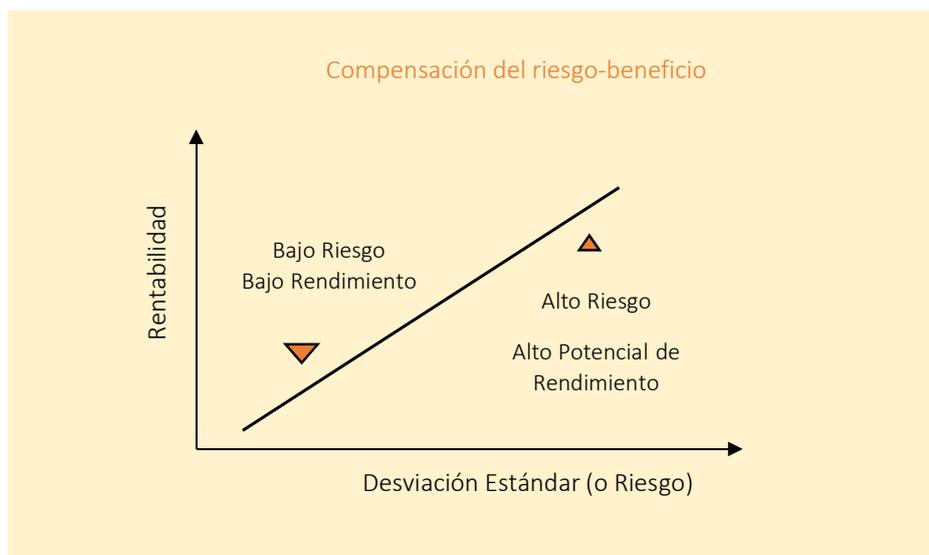
Como las mejoras de EE son intangibles, muchos proyectos de EE se perciben como complejos y pedregosos. A su vez, los proyectos lidian con una relación desfavorable entre los ingresos percibidos y los costos de transacción del proyecto. La Agregación de Proyectos puede hacer frente al tema de costos de pequeña escala y costos altos de transacción; no así al problema de riesgos financieros percibidos; a veces la propia agregación parece estar vinculada con muchas dificultades y un elevado nivel de complejidad.

Los proyectos de EE son “impulsados por el cerebro”, es decir que una cuota considerable del proyecto no se relaciona con el valor de los activos invertidos, sino más bien con estar informado sobre la aplicación óptima de los activos. El flujo de caja de los proyectos de EE proviene de los ahorros en el costo y no de las ventas de producto; los riesgos están más estrechamente vinculados con la operación y uso de instalaciones públicas y con el comportamiento de los ocupantes. De ahí que frecuentemente se consideran de mayor riesgo.

El alto riesgo está relacionado con una mayor probabilidad de mayor rentabilidad, y el menor riesgo con mayor probabilidad de baja rentabilidad. Esto se denomina intercambio de la curva riesgo-rendimiento. Implica que los proyectos con mayores riesgos muchas veces deben ofrecer mejor rendimiento para atraer financiamiento externo (véase Figura 5.3).

⁵⁷ Milne, C., 2019. Bankability Assessment of the new EPC, Deliverable D4.5.

Figura 5.3 Ilustración de la compensación de la curva riesgo-rendimiento



Desde la perspectiva de las instituciones financieras, son dos los elementos de máxima relevancia en la evaluación de los rendimientos y riesgos económicos de los proyectos de EE. Los préstamos comerciales pueden ofrecerse sobre la base de la propia capacidad crediticia de los municipios o de las perspectivas de rentabilidad del paquete de EE. En la evaluación del riesgo, los bancos e instituciones financieras consideran los riesgos relacionados con la implementación con éxito del proyecto de EE, la

presentación de los ahorros de energía esperados, la concreción del ahorro de costo de energía esperado y el pago oportuno de los préstamos e intereses⁵⁸. Los Cuadro 5.1 y Cuadro 5.2 se refieren a los riesgos de los proyectos de EE. Los riesgos no cuantificables son los que no pueden reflejarse de manera directa en la evaluación de la factibilidad económica del proyecto, en tanto que los riesgos cuantificables afectan directamente los resultados de esta evaluación.

Cuadro 5.1 Riesgos no cuantificables de reacondicionamiento de EE

Factor de riesgo	Tipo de riesgo	Descripción
Duración del producto	Tecnología	Incierta vida útil de los productos instalados; depreciación y desempeño sostenibles; futuros reemplazos del producto.
Defectos de los Productos de EE	Tecnología	Defectos de productos a lo largo de la duración de la instalación.
Limitaciones de los datos de la instalación	Tecnología	Falta de datos para evaluar el desempeño/consumo de la instalación
Incompatibilidad de la tecnología	Tecnología	Instalaciones por debajo del nivel óptimo de productos debido a falta de conocimiento tecnológico o no disponibilidad de recursos.
Control de mantenimiento	Tecnología	Falta de capacidad de los proveedores para monitorear el mantenimiento de las renovaciones instaladas del proyecto y de reglamentar acciones para un uso óptimo.
Tecnologías/Productos no comprobados	Tecnología	Falta de información y registro del seguimiento de los ciclos de desempeño del producto
Utilidad negativa	Tecnología	Es posible que los requisitos de mantenimiento del producto consuman mucho tiempo y por ello tengan un costo no monetario asociado más alto.
Condiciones climáticas extremas	Físicas	Inundaciones, cambios en el clima
Uso del producto	Conductual	Es posible que las presunciones sobre el uso típico no sean exactas, pues quizás los usuarios utilicen el producto reacondicionado de manera no óptima.
Efecto rebote	Conductual	Mayor incentivo para consumir más energía y ser menos ahorrativo en el comportamiento de consumo, dada la noción de medida de ahorro en cuotas.

Fuente: Stevens et al., 2017⁵⁹

⁵⁸ IEA, 2014. Energy Efficiency Financial Institutions Group 2017, Bleyl et al. 2017

⁵⁹ Stevens, D., Brounen, D., de Coo, W., Adan, H., Fuerst, F., 2017. Risks and Uncertainties Associated with Residential Energy Efficiency Investments. Ponencia

Cuadro 5.2 Riesgos cuantificables de reacondicionamiento de EE

Factor de riesgo	Tipo de riesgo	Descripción
Presunciones inexactas	Riesgo de Valoración	Métodos y presunciones inexactas para modelar ahorros a partir de las renovaciones en los proyectos.
Consideraciones de energía de toda la vida	Riesgo de Valoración	Consideraciones de tiempo (ahorros de toda la vida/ vida útil del producto, etc. para modelar los rendimientos de la inversión)
Vacancia	Riesgo de ocupación	Tasa de vacancia presunta versus real, que aumenta el riesgo en periodos prolongados. No está garantizado que la ocupación se mantenga estable en periodos largos.
Fluctuación del Costo de Combustible/ Precio de la Energía	Precio de la Energía	Cambios no previstos en los costos de combustible dentro de los países.
Estructuras de Tarifas	Riesgo de Valoración	Cambios no previstos en las presuntas estructuras tarifarias, por ejemplo de tarifas fijas a tarifas basadas en tiempo.
Rendimiento Requerido	Riesgo de Valoración	Las renovaciones de EE que producen menos rentabilidad de la esperada.
Exactitud de consumo referencial	Riesgo de Valoración	Línea referencial de consumo volumétrico estimado no adecuada para el modelado de ahorros garantizados.
Fluctuación de Tasa de Interés	Riesgo de Valoración	Cambios no previstos en la tasa de interés incorporada en la valoración.

Fuente: Stevens et al., 2017

Si se identifican algunos riesgos con alta probabilidad de presentarse y altos impactos en el desempeño económico del proyecto, los dueños de este deben planificar medidas efectivas de gestión de riesgo. Los riesgos para los bancos comerciales también pueden reducirse por medio de colaterales o garantías para los préstamos.

Independientemente de prestarse dinero directamente de bancos comerciales, los municipios grandes podrían emitir bonos y utilizar el financiamiento obtenido para financiar sus paquetes de Agregación de Proyectos de EE, que es otra forma de préstamo (denominada de valores de deuda) que los inversionistas proporcionan para los municipios emisores.

Cuando el financiamiento es de préstamos o créditos de fuentes internacionales, especialmente en divisas extranjeras, los riesgos son un factor importante que afecta el acceso de los municipios a financiamiento internacional. El riesgo del país es un concepto más amplio que abarca tanto los efectos potencialmente adversos del ambiente político de un país como su entorno económico y financiero. Como otros riesgos, también puede gestionarse con garantías y seguros.

5.5 Mecanismos para el financiamiento e implementación de paquetes de Agregación de Proyectos de eficiencia energética

5.5.1 Utilización de la asociación público-privada (PPP) para apalancar la inversión privada

El sector público puede desarrollar políticas e instrumentos regulatorios para superar las barreras y facilitar la ampliación de inversiones en proyectos de EE, pero son necesarios tanto el desarrollo del proyecto como el financiamiento comercial para sostener la ampliación de las inversiones en EE. Las PPP son mecanismos que utilizan políticas públicas, reglamentación o financiamiento para apalancar el financiamiento del sector privado para proyectos de EE. La IEA identificó tres enfoques de PPP principales para el financiamiento de EE, a saber: líneas de crédito dedicadas, entidades que comparten riesgos y contratos de rendimiento en ahorro energético⁶⁰.

⁶⁰ IEA, 2011. Joint Public-Private Approaches for Energy Efficiency Finance- Policies to scale-up private sector investment. The IEA Policy Pathway series.

Cuadro 5.3 Mecanismos de PPP en la senda de las políticas de EE según EIA

Tipo de PPP	Descripción breve	Aspectos de la PPP			
		Acuerdo entre entidades públicas y privadas	Asignación de riesgo entre socios	Movilización del financiamiento del sector privado	Pago al sector privado por prestar servicios
Líneas de crédito dedicadas	Mecanismos bajo los cuales los gobiernos o donantes proporcionan préstamos a bajo interés a Instituciones Locales de Financiamiento (LFI, por su sigla en inglés) para impulsarlas a ofrecer subpréstamos a quienes implementen proyectos de EE.	Convenio de préstamo entre socios	Riesgo de financiamiento o de proyecto compartido entre socios	El socio privado por lo general brinda cofinanciamiento	Las instituciones locales de financiamiento obtienen honorarios por realizar otros préstamos con los fondos a un interés más alto
Entidades que comparten riesgos	Mecanismo por el cual los gobiernos o bancos multilaterales ofrecen un producto garantizado para absorber algunos riesgos del proyecto e incentivar el involucramiento de las LFI en el financiamiento de EE reduciendo su riesgo	Acuerdo de Mecanismos de Garantía (GFA)	El socio público absorbe cierto riesgo financiero	La reducción de riesgo moviliza financiamiento adicional del sector privado	La LFI obtiene interés sobre préstamos adicionales movilizados
Contratos de rendimiento de ahorro energético (ESPC)	La ESCO acuerda, con la entidad pública, prestar servicios con pago supeditados al rendimiento demostrado	Acuerdo de Servicios de Energía (ESA, por su sigla en inglés)	El riesgo de rendimiento por lo general lo asume la ESCO	Las ESCO movilizan financiamiento del sector privado	Pago a ESCO basado en el rendimiento

Fuente: IEA, 2011

Estos métodos de PPP no son relevantes únicamente para movilizar financiamiento privado para proyectos de EE de todos los sectores, incluyendo al sector público municipal. Entre otras prácticas de financiamiento municipal de proyectos de EE está la de establecer líneas de crédito dedicadas para el sector público de EE (como se indica en el Cuadro 5.3 anterior), de modo que los proyectos municipales de EE puedan acceder a préstamos a bajo interés de las líneas de crédito, a fin de superar las barreras de financiamiento y obtener los diversos beneficios sociales, económicos y ambientales que las acciones de EE pueden generar. Las líneas de crédito específicas pueden dinamizar los procedimientos y el desarrollo de capacidad de un equipo que está en condiciones de evaluar las propuestas municipales del proyecto de EE.

Otra solución es que, ya sea directamente el gobierno o bancos de desarrollo, ofrezcan garantías de riesgo. Esto puede contribuir a la reducción de los riesgos de proyectos EE municipales y ayudar atraer préstamos de bancos comerciales. En este sentido, el compartir riesgos permite, a los actores involucrados en el paquete de agregación, realizar sus inversiones con más seguridad. Los fondos climáticos y multilaterales ofrecen garantías de riesgo y ayudan a desarrollar capacidades para disminuir las barreras presentes. También hay ejemplos de pólizas de seguro para contratos de rendimiento energético, pero su disponibilidad es mayor en países desarrollados.

5.5.2 Desarrollo de capacidad institucional - Súper ESCO Pública y Fondo Rotatorio

La coordinación y financiamiento del paquete de Proyecto de EE requiere experiencia técnica profesional y confianza entre el equipo técnico que está llevando a cabo el reacondicionamiento, mantenimiento y operación y los usuarios de las instalaciones municipales en aspectos tales como acceso y recolección de datos. Para mantener la mejora continua de la EE, asegurar la disponibilidad de recursos y acumular experiencia tanto profesional como en el desarrollo del proyecto y control de riesgos, una solución efectiva es crear mecanismos de financiamiento específicos, como una Súper ESCO, fondo rotatorio, línea de crédito de desarrollo o garantía de riesgo.

Las Súper ESCO son entidades gubernamentales creadas para atender al sector público, desarrollar la capacidad de ESCO privadas y facilitar el financiamiento de proyectos⁶¹. Con el respaldo del gobierno en términos de financiamiento, crédito y demanda de mercado, las ESCO públicas pueden ser dominantes en el mercado local de ESCO y convertirse en Súper ESCO. Las ESCO públicas pueden resultar una solución efectiva para combinar la experiencia técnica y el financiamiento público para superar las barreras técnicas y financieras de los paquetes de Agregación de Proyectos municipales de EE. En los últimos años, las Súper ESCO han sido establecidas en India, Arabia Saudita, Armenia, EE.UU., Bélgica y los EAU. Habitualmente, el gobierno capitaliza una Súper ESCO con suficientes fondos para emprender

⁶¹ IEA, 2019. Energy Service Companies (ESCOs) - At the heart of innovative financing models for efficiency.

proyectos de EE del sector público y apalancar al sector privado/ el financiamiento comercial. Las Súper ESCO entonces han cumplido el doble rol

de apoyar el desarrollo de capacidades y el de las actividades de las ESCO del sector privado existentes, así como colaborar en la creación de nuevas ESCO⁶².

Recuadro 5.1. Ejemplo de Súper ESCO – EESL India⁶³

Energy Service Limited (EESL) es una sociedad conjunta de cuatro Empresas Nacionales del Sector Público – NTPC Limited, PFC, REC y POWERGRID– y fue establecida como parte del Ministerio de Energía Indio en 2009. Es la super ESCO más grande del mundo. Ha distribuido 360 millones de bombillos LED e implementado el programa LED Asequibles para Todos (UJALA, por su sigla en hindi), mediante el cual distribuyó bombillos LED y puso en marcha el Programa Nacional de Iluminación Vial (SLNP, por su sigla en inglés) al reacondicionar la iluminación vial con LED. Hoy en día, UJALA es el proyecto local más grande del mundo junto al SLNP de sustitución de la iluminación vial.

Con el Programa de Eficiencia Energética en Edificaciones (BEEP, por su sigla en inglés), EESL ha completado proyectos en 10.344 edificios, entre ellos estaciones de tren y aeropuertos. Ha estado activo asimismo en otras áreas como la sustitución de bombas de agua ineficientes por otras eficientes, promoviendo los automóviles eléctricos y contratación pública de aparatos de aire acondicionado.

La EESL es la empresa de servicios de energía (ESCO) más grande del mundo en la conducción de numerosas iniciativas, que se consideran un factor de cambio en el desarrollo de un ecosistema propicio para tecnologías de eficiencia energética en todo el mundo. La EESL implementa proyectos de reacondicionamiento de EE con la ESCO Paga Mientras Ahorras (PAYS). La EESL ha llevado su modelo empresarial de transformación del mercado al Reino Unido, Oriente Medio, Sur de Asia y Sudeste de Asia.

El éxito de la EESL al conducir la aplicación de eficiencia energética pública en India ha atraído apoyo internacional. En 2019, el Banco Desarrollo Asiático (ADB, por su sigla en inglés) aprobó un préstamo de USD 250 millones como parte del paquete de asistencia a la EESL para ampliar las inversiones en eficiencia energética en India.

Recuadro 5.2. El Fondo Fiduciario de Iniciativas Ecológicas de la Ciudad de Pittsburg⁶⁴

El City of Pittsburgh's Green Initiatives Trust Fund proporciona una fuente continua y segura de financiamiento a partir de medidas de ahorro de energía, que es utilizado para financiar futuros proyectos de eficiencia energética dentro de la ciudad, como auditorías energéticas, adquisiciones de energía agregada, generación de energía renovable, renovaciones de eficiencia en instalaciones de propiedad de la ciudad y otras iniciativas ecológicas en el Plan de Acción Climática de Pittsburgh. La ciudad se concentra en proyectos con un periodo de amortización de menos de la mitad de la expectativa de vida operativa del equipo o medida. El fondo ha contribuido a que los proyectos de energía sean evaluados y aprobados más rápidamente por medio de los organismos de toma de decisiones del municipio. Establecido en 2008, la cuantía inicial del fondo fue de USD 100.000, complementada con ahorros en nuevas adquisiciones de energía, al igual que ahorros de energía cada año. De 2008 a 2012 el fondo financió instalaciones térmicas, una instalación fotovoltaica solar, la instalación de 4000 luminarias LED viales, y el reacondicionamientos de varias instalaciones en la ciudad, entre ellas la del edificio City-County, por un total de USD 2.45 millones

⁶² Sarkar, A., Moin, S., 2018. Transforming Energy Efficiency Markets in Developing Countries: The Emerging Possibilities of Super ESCOs. The World Bank Group. Disponible en: <http://documents.worldbank.org/curated/en/536121536259648570/pdf/129781-BRI-PUBLIC-VC-ADD-SERIES-6-9-2018-12-9-31-LWJfinalOKR.pdf>

⁶³ ADB, 2019. ADB Provides \$250 Million to Expand Energy Efficiency Investments in India. News Release, 27 November 2019. Available at: <https://pib.gov.in/newsite/PrintRelease.aspx?relid=199549>; <https://www.adb.org/news/adb-provides-250-million-expand-energy-efficiency-investments-india>

⁶⁴ Fuente de la imagen: <https://images.app.goo.gl/nNUENTD2naw3xgQBA>

Recuadro 5.3. Ejemplo de mejor práctica del fondo rotatorio – Fondo Ecológico Municipal de Canadá (GMF, por su sigla en inglés)^{65 66}

El GMF comenzó en 2000 y fue creado por el gobierno federal canadiense para proporcionar financiamiento multianual inicial. El GMF es un fondo rotatorio administrado por la Federación de Municipios Canadienses (FCM, por su sigla en inglés). El GMF apoya donaciones, préstamos y garantías de préstamo para fomentar la inversión en EE y otros proyectos ambientales municipales. En 2016, el fondo había recibido 675 millones de dólares canadienses de financiamiento del gobierno federal. El GMF puede proporcionar subvención y préstamos a bajo interés. Están disponibles subvenciones de hasta 50 por ciento de costes subvencionables para planes, estudios y pruebas de campo, hasta un máximo de 175.000 dólares canadienses. Los préstamos a bajo interés, de hasta 80 por ciento de costes subvencionables, están disponibles para proyectos de capital, para un máximo de 5 millones de dólares canadienses o 10 millones de dólares canadienses para proyectos de alto rango, habitualmente combinados con un monto de subvención para 15 por ciento del préstamo, para un máximo de 750.000 dólares canadienses o 1,5 millones de dólares canadienses para proyectos de alto rango.

5.5.3. Educación y desarrollo de capacidad

Tres son los requisitos que deben cumplirse para inversión en EE y que las transacciones tengan lugar: evaluación de mercado y técnica, financiamiento e incentivos para todos los participantes del mercado⁶⁷. Para acelerar la implementación del proyecto de EE municipal a escala es importante desarrollar la capacidad de los actores del mercado, lo cual incluye a gestores calificados de energía y auditores, profesionales para recolección de datos y diseño del proyecto, reacondicionamiento, sustitución de equipo, así como reparación y mantenimiento.

Las auditorías de energía cumplen un importante rol en la toma de decisiones sobre inversión para Paquetes de Agregación de Proyecto de EE. Ofrecen ideas sobre cómo se utiliza la energía, y soluciones para la mejora de la EE, al igual que sus costos y periodo de amortización. En la auditoría de energía dos son los tipos involucrados en diferentes estados de la identificación del proyecto y toma de decisiones: preliminar y detallada. Una auditoría de energía preliminar involucra el análisis de información de facturación del servicio, equipamiento y datos operativos y, en ocasiones una visita al edificio o instalaciones a fin de identificar medidas de EE y oportunidades de ahorro de energía. Una auditoría detallada comprende un recorrido por el lugar para identificar el perfil de energía de un edificio o instalación, completando estudios, y un análisis de medidas de conservación de energía y oportunidades de ahorro de energía. Una auditoría detallada del grado de inversión involucra un análisis de mejoras intensivas en capital y el riguroso análisis de ingeniería requerido. A veces toma varios meses completarla y presentarla. Normalmente requieren sugerencias más especializadas del personal del lugar y generalmente son el resultado de recomendaciones de auditoría energética menos detalladas.

La evaluación del ahorro de energía en Paquetes de Agregación de Proyectos de EE implica comparar el desempeño de la EE antes y después de las medidas de reacondicionamiento, lo cual puede verse influido por factores múltiples que están fuera del control de las ESCO, como actividades o cambios de comportamiento en los usuarios, cambios en el precio de la energía o incluso fluctuaciones en el clima. Por tanto es importante recolectar datos sistemáticamente para establecer puntos de referencia de EE y reglas claras sobre el riesgo y participación en los beneficios en contratos de rendimiento energético, a fin de evitar disputas en torno al contrato y mantener la motivación de todos los participantes en proyectos de EE por medio de una colaboración continua.

5.6. Diseño de las soluciones financieras correctas para cada paquete de Agregación de Proyectos

A veces los municipios enfrentan ciertas restricciones en el uso del financiamiento municipal para paquetes de Agregación de Proyectos de EE, debido a una base inadecuada de ingresos, restricciones en su obtención de ingresos y capacidad de endeudamiento, así como limitaciones en el uso de financiamiento municipal. Para los municipios también suele ser difícil acceder a crédito financiero debido a los requisitos de colaterales y recursos, la dificultad de evaluar la capacidad crediticia de diferentes instituciones públicas y a que los proyectos de reacondicionamiento carecen de flujos de efectivo.

En base a sus observaciones de cientos de municipios, el Banco Mundial concluyó que las principales opciones de financiamiento para el reacondicionamiento edificios municipales de ciudades son:

⁶⁵ Government of Canada, 2018. Up-front Multi-year funding – Green Municipal Fund. Disponible en: <https://www.nrcan.gc.ca/plans-performance-reports/dpr/2017-2018/21503>

⁶⁶ The G20 Energy Efficiency Finance Task Group, 2017. G20 Energy Efficiency Investment Toolkit.

⁶⁷ World Bank, 2008. Financing energy efficiency: lessons from Brazil, China, India, and beyond

- sus propios fondos presupuestarios,
- financiamiento público proporcionado por gobiernos nacionales o regionales,
- financiamiento proporcionado por organizaciones internacionales, como el Banco Mundial o Cooperación Alemana Internacional (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, GIZ),
- fondos especializados para EE,
- financiamiento comercial de bancos e inversionistas privados, lo cual incluye bonos emitidos por el gobierno local.

Las ciudades necesitan realizar o comisionar análisis para determinar los instrumentos financieros de que disponen y la sostenibilidad de estas opciones. Los municipios grandes enfrentan diferentes series de inconvenientes respecto a los pequeños y a menudo requieren soluciones distintas. La idoneidad de diferentes mecanismos de financiamiento depende, entre otros factores, de:

- la capacidad crediticia del municipio,
- la posibilidad de predecir los ingresos,
- los marcos legales y de reglamentación local,
- la capacidad de implementación.

Recuadro 5.4 Financiamiento de proyectos de EE municipales- las prácticas de EE.UU.⁶⁸.

En EE.UU., los municipios, universidades, colegios y hospitales se conocen en conjunto como mercado “MUSH”. En ese país, los proyectos de EE MUSH se apoyan principalmente en autofinanciamiento –el costo total de ahorro debe estar en condiciones de cubrir al menos los costos generales de implementación del proyecto. Las instituciones financieras se comprometen directamente con el usuario final para proporcionar préstamos, en tanto que las ESCO son responsables del diseño de los proyectos de reacondicionamiento de EE, instalación del equipo y de proporcionar la operación y mantenimiento de servicios en curso, así como de asumir los riesgos de desempeño. El compromiso de FI del sector privado en las empresas de servicio de energía está regido predominantemente por reglamentación federal, estatal o local, la cual dispone la forma en que son financiados los servicios de energía, así como la atribución del riesgo.

Los diferentes tipos de Agregación de Proyectos municipales de EE varían en complejidad tecnológica y ganancias financieras. El Cuadro 5.4 ofrece una evaluación simple de las características y opciones de financiamiento de tres tipos de proyectos de EE municipales: reacondicionamientos de edificios públicos, iluminación vial y servicios públicos municipales.

- Reacondicionamientos de edificaciones públicas. Esto abarca la instalación de aislantes, ventanas eficientes, calderos y enfriadores eficientes, y sistemas de gestión de energía.
- Alumbrado público. Abarca la sustitución del vapor de mercurio y farolas de sodio de alta

presión por farolas LED, e instalar controles de iluminación.

Servicios municipales. Comprende reducir pérdidas en la calefacción y sistemas de abastecimiento de agua, instalación de bombas eficientes y optimización de los sistemas en el ámbito distrital. Dependiendo de las condiciones presentes del equipo, la amortización por el reemplazo de equipo que utiliza energía a menudo toma menos tiempo que la renovación de todo el sistema. Por ejemplo, en India el periodo de pago por el reemplazo de enfriadores de aire y bombas ineficientes por otras eficientes en general es menor a tres años o un máximo de cinco.

⁶⁸ Wilson Sonsini Goodrich & Rosati, 2012., Innovations and opportunities in Energy Efficiency finance. MAYO 2012, Segunda Edición. Preparado por Kim, C., O’Connor, R., Bodden, K., Hochman, S., Liang, W., Pauker, S., Zimmermann, S.

Cuadro 5.4 Proyectos de EE Municipales Ilustrativos y Opciones de Financiamiento Relacionadas

Tipo de Medida	Ejemplos	Potencial de las Características del Proyecto				Opciones de Financiamiento Potenciales para Municipios
		Complejidad Técnica	Necesidades de Inversión	Devoluciones	Crédito Débil, Capacidad de Endeudamiento Limitada	Crédito sólido, Amplia capacidad de endeudamiento
Reacondicionamiento de edificio	Aislamiento, Enfriadores de Aire eficientes/ Calderos, EMS	Medio	Medio a Alto	Largo	Financiamiento de Presupuesto, Fondos para EE	Financiamiento de Presupuestos, Fondos para EE, Apoyo Público, Financiamiento Comercial
Alumbrado Público	Faros LED, Controles de Iluminación	Bajo y Medio	Medio a Alto	Medio		
Servicios	Reducción de Pérdida, Bombas Eficientes, Optimización del Sistema	Medio a Alto	Medio a Alto	Largo		

Fuente: ESMAP, 2014⁶⁹ (Nota: Periodos Indicativos de Amortización: Bajo (<3 años), Medio (3-6 años), Largo (>6 años))

En términos generales, son tres los tipos básicos de mecanismos de ejecución para proyectos de inversión en EE que se han popularizado en los últimos años: (i) regímenes de financiamiento de préstamos y regímenes de garantía de préstamos parciales; (ii) las ESCO y (iii) programas de gestión del lado de la demanda de servicios públicos.

Las medidas de EE pueden limitarse al equipo y artefactos que utilizan energía, o abarcar la construcción integral o la renovación del sistema. Las medidas de EE que solo involucran reemplazo de iluminación ineficiente, artefactos y equipo por otros eficientes pueden implementarse utilizando

recursos presupuestarios y a través de adquisiciones públicas. Sin embargo, cuando los paquetes de Agregación de Proyectos de EE municipal implican el reacondicionamiento completo de edificios, sistemas de iluminación vial o servicios públicos, la enorme inversión necesaria, y periodos de amortización más extensos pueden obligar a buscar financiamiento externo. Es aquí donde los bancos de desarrollo multilaterales, fondos climáticos y programas de desarrollo tienen un enorme potencial, ya que los mecanismos de financiamiento del proyecto aún requieren desarrollo de capacidad para posteriormente asegurar su funcionamiento en mercados de desarrollo.

Cuadro 5.5 Árbol de decisiones para financiamiento municipal de proyectos de EE

Situación		Temas/ inconvenientes	Acción	Mecanismos de financiamiento
¿Tiene el municipio suficientes recursos para financiar el proyecto mismo?	Sí →	Asignación de fondos desde el presupuesto	Preparar la aplicación de la donación	Financiamiento del presupuesto general
¿Las donaciones están disponibles?	No ↓ Sí →	Las donaciones no pueden financiar todo el proyecto	Preparar la aplicación de donaciones	Financiamiento parcial del presupuesto y donación parcial
¿Están disponibles fondos del gobierno nacional	No ↓ Sí →	Los fondos solo pueden proporcionar financiamiento parcial	Solicitud de fondos nacionales	Reflejar el presupuesto
¿Existe un fondo de EE?	No ↓ Sí →	Criterios de idoneidad para el fondo de EE	Solicitar el fondo de EE	Fondo de EE
¿Están los bancos comerciales dispuestos a ofrecer líneas de crédito especializadas y/o programas para compartir riesgos?	No ↓ Sí →	Capacidad crediticia, colaterales, y capacidad de endeudamiento del municipio	Revisión de la idoneidad para estos mecanismos	Líneas de crédito especializadas o programas de garantía de riesgo
¿Tiene el municipio capacidad de endeudamiento y capacidad crediticia?	Sí →	Criterios utilizados por bancos comerciales para evaluar la capacidad crediticia	Acceso a líneas de crédito o programas de riesgo compartido	Líneas de crédito especializadas o programas de garantía de riesgo
Ninguna opción disponible para financiamiento				
¿Existen en el mercado local ESCO activas?	No ↓ Sí →	Desarrollo de EPC	Negociar EPC con las ESCO	Financiamiento comercial con las ESCO
¿Hay disponibles programas de arrendamiento o de financiamiento del vendedor?	No ↓ Sí →	Criterios de idoneidad y términos de los programas de financiamiento	Negociar arrendamiento o convenio de financiamiento con el vendedor	Arrendamiento o financiamiento del vendedor
¿Tiene la municipalidad la capacidad de emitir bonos municipales?	No ↓ Sí →	Mercado para tales bonos, costos de transacción	Desarrollar un programa de bonos municipales	Bonos municipales

Fuente: ESMAP, 2014.

⁶⁹ ESMAP, 2014. Financing Municipal Energy Efficiency Projects - Energy Efficient Cities, MAYORAL GUIDANCE NOTE #2.

Tanto los financiadores como los usuarios finales deben decidir hasta qué punto el trabajo de evaluación técnica debe delegarse (Cuadro 5.5).

Los municipios pueden aplicar medidas de EE para iluminación y dispositivos de interiores eficientes, debido a su bajo costo y periodos cortos de amortización, utilizando recursos presupuestarios y por medio de adquisiciones públicas. Sin embargo, muchas veces tales medidas de iluminación interior y artefactos se combinan con opciones de reacondicionamiento del edificio en un solo proyecto. Tal agregación puede reducir costos de transacción y facilitar la implementación de algunas de las opciones más prolongadas de amortización para el conjunto estructural y equipamiento del edificio. No obstante, esto podría requerir financiamiento externo debido a las mayores necesidades de inversión.

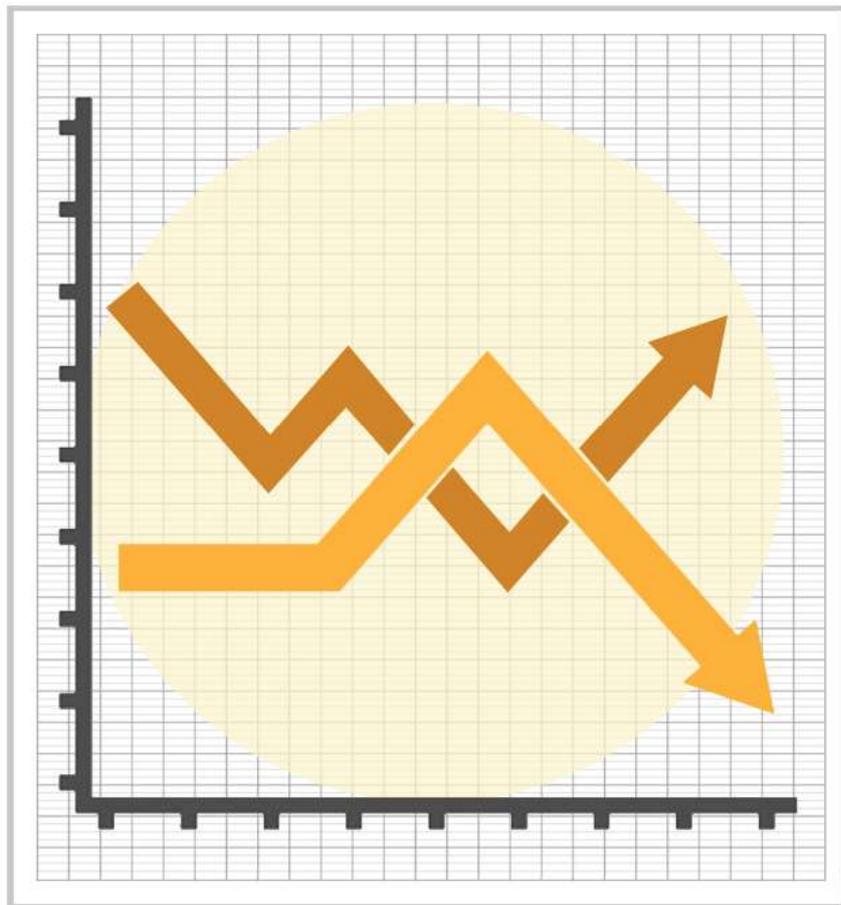
5.7. Conclusiones

Los municipios tienen múltiples opciones para financiar sus paquetes de Agregación de Proyectos de EE. Pueden utilizar su fondo presupuestario y donaciones de niveles más altos del gobierno, así como de donantes internacionales, obtener préstamos de bancos de desarrollo y recurrir a mecanismos de financiamiento fuera de balance, como las ESCO, a financiamiento en la factura, a créditos del vendedor y al arrendamiento ecológico. Para obtener préstamos comerciales e inversión privada, los riesgos del paquete de Agregación de Proyectos deben ser bajos, en tanto que es necesario que sus retornos financieros estén por encima de proyectos similares. La agregación puede crear proyectos de EE con necesidades de financiamiento por encima de los umbrales de las instituciones financieras y superar la barrera de los altos costos de transacción para las instituciones financieras. A través de la Agregación de Proyectos, los gobiernos municipales pueden fortalecer su capacidad institucional para la identificación del proyecto de EE, desarrollo e implementación, y así reducir los riesgos para las instituciones financieras e inversionistas privados. Cada municipio tiene su propia situación específica en términos de opciones de financiamiento y los paquetes de Agregación de Proyectos de EE pueden ser diferentes en términos de rentabilidad, riesgo y necesidades de financiamiento. Cada municipio debe evaluar sus propios paquetes de Agregación de Proyectos y adecuar las soluciones de financiamiento en ese sentido.

5.8. Lectura recomendada

- Amann, C., 2019. Quality Criteria for Financing of Energy Efficiency Projects - Financial Guidelines. Version 2.0. Enero 2019. El presente documento ha sido desarrollado como parte del proyecto titulado "QualitEE - Marcos de Certificación de Calidad para Servicios de EE", respaldado por el programa Horizon 2020 de la UE. https://qualitee.eu/wp-content/uploads/QualitEE_3.3_Financial_Guidelines_V2.0_190115.pdf
- Baker, N.V., 2009. The Handbook of Sustainable Refurbishment: non-Domestic Buildings. Published by Taylor and Francis.
- ESMAP, 2010. Good Practices in City Energy Efficiency. Washington, DC: Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP), World Bank.
- ESMAP, 2014. Financing Municipal Energy Efficiency Projects - Energy Efficient Cities, MAYORAL GUIDANCE NOTE #2. Written by Dilip Limaye and William Derbyshire.
- ESMAP, 2013. Financing Municipal Energy Efficiency Investments: Global Experiences and Lessons Learned (background report). Washington, DC: Energy Sector Management Assistance Program.
- ESMAP, 2010. Public Procurement of Energy Efficiency Services -Getting Started. ESMAP, the World Bank. Washington, DC.
- ESMAP, 2014a. Scaling Up Energy Efficiency in Buildings in the Western Balkans. Washington, DC: Energy Sector Management Assistance Program.
- IEA, 2011. Joint Public-Private Approaches for Energy Efficiency Finance: Policies to Scale-Up Private Sector Investment. International Energy Agency (IEA), Paris.
- Leutgöb, K., 2018. Draft Guidelines of European Technical Quality Criteria for Energy Efficiency Services, Version 1.3. Noviembre 2018. El presente documento ha sido desarrollado como parte del proyecto titulado "QualitEE - Marcos de Certificación de Calidad para Servicios de EE", apoyado por el programa Horizon 2020 de la UE.
- World Bank, 2010. Implementation Completion and Results Report on a Grant from the Global Environment Facility Trust Fund in the Amount of USD 10 million to the Republic of Bulgaria for an Energy Efficiency Project. Washington, DC: The World Bank.

Evaluación del desempeño e impactos de Agregación de proyectos



Evaluación del desempeño e impactos de Agregación de Proyectos

Fernando Farías

6.1. Marcos de MRV e información de seguimiento

Los sistemas de Medición, Reporte y Verificación (MRV, por su sigla en inglés), brevemente, abarcan un componente de *Medición* que se refiere a la recolección de información para monitorear el avance de la implementación e impactos relacionados con una acción de mitigación; un componente de *Presentación de Informes*, una vez entregada la información medida, de una manera definida y transparente a las autoridades correspondientes y un componente de *Verificación*, evaluación de la información que es presentada, en términos de su exhaustividad, coherencia y confiabilidad por parte de un tercero. Estos sistemas sirven para asegurar, de una manera transparente que los resultados de la implementación de acciones de mitigación de las emisiones de GEI tengan lugar y que sus impactos estén siendo cuantificados e informados apropiadamente. Un sistema de MRV puede ser parte de un sistema de monitoreo más integrado, que luego puede considerarse como un avance en la medición periódica hacia resultados de corto, medio y largo plazos. También puede proporcionar retroalimentación sobre el avance conseguido (o no) para los encargados de tomar decisiones, quienes pueden utilizar la información de varias maneras para mejorar la efectividad de las políticas de gobierno (*Bridging the gap*, UNICEF, 2008⁷⁰).

Por tanto, el principal objetivo de desarrollar marcos de MRV, para estos proyectos agregados de EE propuestos en ciudades y municipios, sería utilizar una herramienta que monitorea de una manera especializada y exacta el impacto generado por estos proyectos y cómo están avanzando. Esta información puede ser crucial para lograr el interés de financiadores, atraer apoyo financiero y contribuir a una posterior ejecución de estos proyectos. En este caso, un marco sólido de MRV para la agregación de proyectos generará transparencia y desarrollará confianza respecto a la efectividad de los proyectos con relación a sus resultados (p.ej. mitigación de GEI, contribución a los ODS).

En el contexto de los proyectos agregados de EE, aparte de informar sobre los GEI, los sistemas MRV pueden brindar beneficios adicionales como una evaluación constante del rendimiento para mejorar el funcionamiento y desempeño del proyecto, y permitir comparaciones transversales del proyecto, al igual que apoyando a los municipios en futuras inversiones/ toma de decisiones sobre adquisiciones.

En conjunto, los componentes del sistema MRV deben permitir un monitoreo adecuado del proyecto agregado, por medio de una idónea caracterización de los aspectos principales, e identificar cuáles son los elementos importantes acerca del proyecto que permiten tal caracterización. En el caso de proyectos agregados se debe prestar especial atención a las interacciones internas entre los subproyectos que componen el proyecto agregado.

Por lo general los sistemas MRV no se consideran al inicio del análisis o preparación de proyectos, por tanto los datos necesarios para implementarlos posteriormente resultan difíciles de reunir de una manera regular. No obstante, esto puede abordarse con la inclusión inicial de los conceptos MRV en etapas tempranas de la preparación de los proyectos. Se espera, sobre todo, que los proyectos que utilizan el módulo MRV sean evaluados de manera regular y mejoren con el tiempo. Una vez incluidos, pueden evaluarse y eventualmente ajustarse regularmente, permitiendo así una mejora continua del sistema MRV con relación al proyecto, como se presenta en la Figura 6.1

Figura 6.1 Implementación de MRV de manera continua



⁷⁰ UNICEF, 2008. Bridging the gap: The role of monitoring and evaluation in evidence-based policy making. Disponible en: shorturl.at/frhKN

6.2. La Medición en el sistema MRV

En este tipo de proyectos, un Sistema MRV que es útil para supervisar su desempeño debe incluir una etapa inicial *de Medición* que, por medio de la evaluación de indicadores, identificará el impacto (ahorros) como resultado de la implementación del proyecto, principalmente en términos de la mitigación de emisiones GEI, sus costos económicos y otros cobeneficios adicionales. Para hacerlo, la identificación de lo que debe medirse, quién lo hará, y cómo se tomarán las medidas resultarán cruciales. También se requiere un plan para la etapa de medición. Dado el tipo de actividades que forman parte de estos proyectos agregados, los indicadores están principalmente relacionados con proyectos que tienen lugar en el sector de energía, en particular los relacionados con consumo de energía.

En términos prácticos, un menor consumo de energía resultará en una menor generación de GEI cuando se implementan estos proyectos. Por esta razón, es importante medir apropiadamente el consumo de energía. Lo cual, a través de la evaluación en las ecuaciones apropiadas, permitirá determinar mejor las emisiones de GEI relacionadas que ya no se producirán. Para ampliar la información sobre el impacto del proyecto en otras áreas, por ejemplo su impacto financiero o variables que permiten la evaluación de algunos de los ODS, es necesario incluirlas en el grupo de variables que se van a identificar.

La información cuantitativa (medición) a recolectar como parte del sistema MRV en estos casos comprenderá:

- Métrica financiera cuantitativa (QFM, por su sigla en inglés)
- Métrica del proceso cuantitativo (QPM, por su sigla en inglés)
- Métrica técnica cuantitativa (QTM, por su sigla en inglés)

Las *QFM* se refieren a las variables que permiten el cálculo de los impactos financieros de los proyectos, al igual que su adecuado financiamiento. En general es posible determinar, por medio de su evaluación, la efectividad (de costo) en el uso de los fondos relacionados con los proyectos.

A su vez, la *QPM* abarca la definición de actividades que son de carácter procedimental. Pueden identificarse en términos de acciones completadas y sus relaciones con las metas esperadas o alcanzadas del proyecto. Las *QPM* se utilizan para supervisar el avance del proyecto a través de prácticas administrativas siguiendo un esquema Gantt o un calendario de logros con las principales actividades del programa. Se utilizan principalmente para garantizar la eficacia de procesos y programas junto con una o más métricas, y para demostrar que el proyecto está operando de manera funcional de acuerdo a su planificación. Los ejemplos de métrica del proceso cuantitativo comprenden documentar e informar sobre la creación de nuevas instituciones o grupos de trabajo, reuniones efectuadas o avance en programas educativos.

Por último, las *QTM* corresponden a las variables que permiten principalmente el cálculo de las emisiones de GEI, para determinar el potencial de mitigación relacionado con los proyectos. Las emisiones de GEI del proyecto pueden estimarse utilizando metodologías que permiten determinar los valores de reducción de las emisiones de GEI, cuando tales proyectos son implementados con relación a la situación habitual (BAU, por su sigla en inglés) del proyecto.

Para la evaluación de la EE, también se requieren los datos de actividad, en términos de los servicios de energía creados; por ejemplo, para el aislamiento de los edificios públicos, los principales beneficios podrían ser confort térmico interior mejorado/ se mantiene igual, ocupantes y uso de los edificios y su valor de mercado.

En el Cuadro 6.1 se presenta un resumen de las métricas habituales para un proyecto, como parte de un sistema MRV para Agregación de Proyectos de EE. Los beneficios de la implementación de estos proyectos abarcan: (1) ahorros de energía; (2) ahorros de costo de energía; (3) reducción de las emisiones de GEI; (4) valor incrementado de la propiedad; (5) otros beneficios sociales/ ambientales como calidad del aire y de la salud, acceso a energía, educación y crecimiento económico. De hecho, estos factores probablemente serán más apremiantes a escala local (UNEP, 2014)⁷¹.

⁷¹ UNEP, 2014. Climate Finance for Cities and Buildings: A Handbook for Local Governments. Disponible en: https://www.uncclearn.org/sites/default/files/inventory/-climate_finance_for_cities_and_buildings_-_a_handbook_for_local_governments-2014carbon_finance_for_cities_and_buildings_3.pdf

Cuadro 6.1 Ejemplos de Métricas utilizadas en un sistema MRV para proyectos de EE

Cuantitativos Métricas financieras	Cuantitativos Métricas de proceso	Cuantitativos Métricas técnicas
Préstamos otorgados en una tasa diferencial para proyectos de EE versus esperados	Número de piezas eficientes del equipo instalado en el sector versus esperadas	KWh*/y, ahorrado en edificios públicos implementados y verificados versus esperados
Fondos públicos gastados en auditorías energéticas versus número de auditorías energéticas completadas	Número de auditorías energéticas completadas y documentadas por el sector público	USD/y, ahorrado en edificios públicos implementados y verificados versus esperados
Fondos públicos gastados en reacondicionamiento de edificios públicos versus fondos disponibles para reacondicionamiento en el sector público	Número de Medidas de Conservación de Energía (ECM, por su sigla en inglés) propuestas versus ECM implementadas de manera efectiva	GEI/y, ahorrado en edificios públicos a través de ECM implementadas y verificadas versus esperadas
Costo de reacondicionamiento de edificio de oficinas por metro cuadrado	Número de Mediciones Certificadas y Profesionales de Verificación en el País	Inversión versus GEI ahorrados
		Seguimiento del punto de partida referencial

Fuente: adaptado de OLADE, 2018⁷²

Como una fuente de metodologías para estimar la mitigación de las emisiones de GEI relacionadas con proyectos, probablemente la referencia más completa sea el CDM (Mecanismo de Desarrollo Limpio) del Cuaderno de Metodología (UNFCCC, 2019)⁷³. Esto incluye más de 100 tipologías de proyectos que han sido presentadas para obtener reducciones de emisiones de carbono (CER, por su sigla en inglés) bajo el mecanismo CDM. Si, en el caso de la implementación de proyectos agregados no se espera la emisión de CER, las metodologías propuestas pueden incluso servir como la base técnica adecuada para estimar las reducciones de emisiones de GEI relacionadas con proyectos específicos de una variedad de tipologías. Estas metodologías son técnicamente sólidas, conocidas internacionalmente y sometidas a prueba en una variedad de proyectos implementados alrededor del mundo. También proporcionan las instrucciones necesarias para desarrollar e implementar planes de M&V. Pese a las ventajas de utilizar las metodologías CDM aquí presentadas, en algún punto de la preparación de marcos de MRV, será necesario considerar un enfoque más completo, que comprenda Auditorías Energéticas en el lugar.

Antes de estimar el impacto del proyecto, las metodologías de contabilidad requieren la definición de un punto de partida o escenario referencial. Este escenario es un caso de referencia y descripción hipotética de lo que sería más probable que ocurra en ausencia del proyecto. Debe describir el escenario razonable respecto a las emisiones antropogénicas al igual que el desarrollo sustentable que tendría lugar sin la actividad propuesta del proyecto. Tres

son las posibilidades genéricas para el escenario de referencia.

- Implementación de las mismas tecnologías o prácticas utilizadas en la actividad del proyecto;
- Implementación de tecnología o prácticas alternativas;
- Continuación de las actividades presentes, tecnologías o prácticas que, donde se considere relevante, proporcionen el mismo tipo, calidad, y cantidad de producto o servicios de la actividad del proyecto. (UNEP-DTU C2E2 and the District Energy in Cities Initiative, 2019)⁷⁴.

Para las tres tipologías de proyectos agregados, que se consideran en la presente Guía, se seleccionaron cuatro metodologías CDM. El punto de partida relacionado y parámetros de medición indicados en estas metodologías se clasificaron e incluyeron en el Cuadro 6.2. Véase metodologías CDM en el Cuadernillo de Metodología CDM para mayores detalles.

- a) AM0020: Baseline/Monitoring methodology for **water pumping** efficiency improvements (Punto de partida/Metodología de monitoreo para introducir mejoras en la eficiencia de la **extracción de agua**)
- b) AMS-II.L: Demand-side activities for efficient outdoor and **street lighting** technologies (Actividades del lado de la

⁷² OLADE, 2018. MRV Methodology For Energy Efficiency Implementation Measures In Commercial And Public Buildings For Countries Of The Caribbean Region. Disponible en: <http://www.olade.org/publicaciones/mrv-methodology-for-energy-efciency-implementation-measures-in-commercial-and-public-buildings-for-countries-of-the-caribbean-region/?lang=en>

⁷³ UNFCCC, 2019. CDM Methodology Booklet. Available at: https://cdm.unfccc.int/methodologies/documentation/meth_booklet.pdf

⁷⁴ UNEP-DTU C2E2 and The District Energy in Cities Initiative, 2019. District Energy Projects: MRV Framework Guidance. Disponible en: <http://www.districtenergyinitiative.org/sites/default/files/publications/guidance-des-mrv-frameworkfinal-11092019539.pdf>

demanda para tecnologías eficientes en **iluminación exterior y vial)**

c.1) AM0091: Large-scale **EE** technologies and fuel switching in **new and existing buildings** (Tecnologías de **EE** de gran escala y cambio de combustible **en edificios nuevos y existentes)**

c.2) AMS-II.E: Small-scale **EE** and fuel switching measures for **buildings**. (**EE** en pequeña escala y cambio de combustible para **edificios**).

Cuadro 6.2 Caracterización de los proyectos agregados

Tipo de proyectos agregados	Aspectos en términos de energía	Parámetros de referencia	Parámetros de medición
a) Distribución de agua de un sistema de bombeo, cuya demanda energética es menor debido a la reducción de pérdidas y filtraciones en el sistema de bombeo y/o medidas de implementación para incrementar la EE	Cambiar por una tecnología/ medida de mayor eficiencia energética	<ul style="list-style-type: none"> Volumen de agua abastecida por el proyecto en el periodo de referencia Energía eléctrica requerida para abastecer agua dentro de las fronteras del sistema en el periodo de referencia Factor de emisión de la red 	<ul style="list-style-type: none"> Volumen de agua abastecido por el proyecto Energía eléctrica requerida para abastecer agua dentro de las fronteras del sistema Eficiencias del equipo y sistema de bombeo Horas operativas anuales Factor de emisión de la red
b) La iluminación eficiente reemplaza a la menos eficiente reduciendo así el consumo de electricidad y emisiones GEI	Reemplazo de iluminación menos eficiente por tecnología más eficiente	<ul style="list-style-type: none"> Periodo de referencia de las horas de operación anual Periodo de referencia de la energía promedio del equipo del proyecto Número de luminarias del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Horas operativas anuales Promedio de energía del equipo del proyecto Número de luminarias del proyecto, colocadas en servicio y operando en virtud de la actividad del proyecto
c1) Unidades energéticamente eficientes de edificios del proyecto que resultan en menores emisiones debido al menor consumo de combustible, electricidad y agua fría/ caliente	Ahorros de electricidad y/o combustible mediante mejora de EE. Uso de menos combustible intensivo en carbono.	<ul style="list-style-type: none"> Promedio histórico del precio al por menor del combustible más comúnmente utilizado en el punto de referencia de las unidades de edificación Factores de emisión de combustible utilizado en edificios de referencia Facturas de electricidad y combustible 	<ul style="list-style-type: none"> Consumo de combustible, cantidad y contenido de energía de agua caliente/ fría consumido y consumo de electricidad en edificios del proyecto Número total de artefactos eficientes de cada tipo, utilizados en proyectos CDM registrados en el país anfitrión Área de la superficie total de los edificios del proyecto Condiciones y eficiencias del diseño y operación del equipo individual/artefacto Factores de emisión y valores caloríficos de combustibles
c2) Medidas de EE y de cambio de combustible para edificios. Uso de equipo más eficiente y/o menos intensivo en carbono en edificios.	Ahorros de electricidad y/o combustible mediante mejora de EE. Opcionalmente, uso de combustible menos intensivo en carbón	<ul style="list-style-type: none"> Uso de energía en edificios antes de la implementación del proyecto Si se consume de la red de electricidad: factor de emisión de la red 	<ul style="list-style-type: none"> Especificaciones del equipo reemplazado o reacondicionado Uso de energía de edificios después de la implementación del proyecto

Fuente: adaptado del Cuadernillo de Metodología CDM (2019), ejemplos de parámetros.

En cada una de estas metodologías CDM, la ecuación general para calcular las reducciones de ahorros en las emisiones de gases de efecto invernadero, relacionadas con proyectos agregados (Ecuación 1), combina información sobre parámetros eléctricos con datos de actividad y factores de emisión que, en conjunto, permiten determinar las emisiones de GEI relacionadas con la implementación del proyecto.

Ecuación 1:

$$PEy=ESy \times GEFy \times (1+TLy)$$

Dónde:

PEy: Ahorros de Emisiones del Proyecto en el año y (tCO₂eq)

ESy: Energía Ahorrada por el proyecto en el año y (MWh)

GEFy: Factor de Emisión de Red en el año y (tCO₂eq / MWh)

TLy: Pérdidas técnicas promedio en la red en el año y (%)

En el caso de proyectos de iluminación más eficientes, el consumo de electricidad anual más bajo del sistema de iluminación más eficiente está representado por ESy en la Ecuación 2, por medio de la cual su cálculo se presenta en más detalle en el Anexo IV.

Para evaluar el avance efectivo de la mitigación de las emisiones GEI en el proyecto, la serie de variables para monitoreo del proyecto puede determinarse a través de las ecuaciones y metodologías previamente identificadas.

Considerando que los proyectos agregados pueden desarrollarse a partir de información de diferentes proyectos de menor escala, es posible que sea necesario definir un sistema intermedio que permita compilar y sistematizar la información relacionada con los proyectos que componen un proyecto agregado completo, además del sistema integrado que comprende la serie de proyectos.

6.3. Presentación de informes en el sistema MRV

La presentación de informes en el sistema MRV permite divulgar y develar, de una manera estandarizada y periódica a diferentes partes interesadas, cuál es el rendimiento del proyecto agregado en cada año, presentando la evaluación de los indicadores. Si el rendimiento del proyecto no es el esperado, la información señalada en el informe y sus conclusiones puede utilizarse para tomar medidas correctivas.

Dependiendo de quién recibe el informe, se puede disponer de diferentes métodos para compilar y exponer la información que se va a presentar. Podría ocurrir que alguien esté más interesado en el rendimiento económico del proyecto que en las emisiones de GEI, por ejemplo. En tal caso, es posible considerar la inclusión de más indicadores económicos en el informe, o llevar a cabo un análisis más detallado de los temas financieros relacionados con el proyecto agregado. Un ejemplo, en este caso, se refiere a que podrían identificarse las diferencias que podrían existir en el nivel financiero entre los diferentes subproyectos individuales que componen el proyecto agregado.

De manera adicional, la calidad del informe (en términos de nivel de detalle y transparencia) es de primera importancia para un posterior proceso de verificación de la información presentada como parte del proyecto agregado.

Respecto al contenido de un informe de este tipo, la información que generalmente contiene es como sigue:

- Una descripción de la organización a la cual se refiere la información presentada en el informe, lo cual incluye fuentes y organización institucional utilizada para obtenerla, al igual que los marcos legales que permiten que esta información sea recolectada de sus fuentes;
- Una descripción del enfoque técnico empleado para obtener la información contenida en el informe, la cual permitió realizar los cálculos relacionados;
- Una descripción de cómo la calidad de la información utilizada en el informe fue verificada, y si fue utilizada para efectuar cálculos que permiten la evaluación de algunos indicadores previamente definidos.

6.4. Verificación en el sistema MRV

La verificación generalmente es llevada a cabo en el ámbito nacional y consiste en revisiones externas de la información obtenida mediante la implementación de la medida de mitigación. Principalmente se compone de dos elementos:

- La participación de terceros para llevar a cabo la etapa de verificación, como ser expertos técnicos externos que no estén involucrados en la generación de los datos o la preparación del informe a verificarse;
- La definición y aplicación de las disposiciones de verificación mediante el uso de procedimientos de revisión como listas de control y verificación transversal de datos e información, a fin de evaluar el grado de cumplimiento.

Por lo general es una autoridad (institución pública) la encargada del proceso global de verificación, que por razones de agilidad puede referirse a una empresa especializada en procesos de verificación (auditores de energía con conocimiento del MRV, por ejemplo). La verificación también sirve como retroalimentación técnica entre los funcionarios nacionales y locales.

A diferencia de otras familias de proyectos, en el caso de los proyectos relacionados con energía, existe una gama de oportunidades disponibles para realizar Verificación de alta calidad, en su mayoría relacionada con la existencia de expertos con más competencias formales y sistemas establecidos en el ámbito internacional para conducir estos procesos de verificación, por medio de Auditorías Energéticas y procesos relacionados de acreditación de terceros.

6.5. Organización de información en el sistema MRV

Considerando la importancia de los datos dentro del sistema MRV, cuando se conocen las variables que caracterizan el proyecto, es asimismo importante disponer no solo del valor numérico relacionado con estos datos, sino también de un régimen que permita la captura de esta información de forma periódica, que posteriormente sea reportada y su validez verificada.

También es importante ser claro sobre el origen de los datos utilizados para realizar el seguimiento de

proyectos, quién proporciona estos datos, en qué formato son presentados y con qué periodicidad. En el caso de proyectos agregados es necesario conocer qué proyectos se incluirán en el régimen de agregación, e identificar sus principales características a lo largo de la operación de proyectos agregados. Al apoyar la transferencia adecuada de datos e información, debería estar disponible una combinación de control de operaciones, entre ellas la disponibilidad de un equipo de inspectores que puedan verificar en el lugar los datos de energía que se reportarán posteriormente, al igual que proporcionar consejos técnicos a empresas para realizar una medición adecuada y reportarla regularmente.

Para asegurar la sustentabilidad adecuada en el sistema MRV, siempre será pertinente tener un manual de instrucciones que ayudaría a determinar correctamente los datos necesarios para realizar los cálculos, las matrices a utilizar en el informe y las formas de verificación más utilizadas. Es asimismo conveniente acordar con las autoridades gubernamentales la definición de un marco regulador oficial vinculante que facilite la manipulación e intercambio de información y defina las disposiciones que permiten la identificación de qué instituciones deberían llevar a cabo actividades especiales como parte de la operación del sistema MRV. Toda esta información puede organizarse para facilitar los procesos de monitoreo. El Cuadro 6.3 señala la aplicación del sistema MRV para monitorear la acción de mitigación de iluminación vial previamente presentado.

Cuadro 6.3 MRV para proyectos que instalan más sistemas de iluminación vial de energía eficiente

MRV	Qué	Quién	Cómo	Cuándo	Observaciones
Medición	Datos: Consumo de Energía Eléctrica de los sistemas de iluminación en Kwh	Gobierno local, que compila los datos de los municipios	Considerando la capacidad instalada de los proyectos de iluminación instalados en una operación	Base anual	Establecer un protocolo, entre el gobierno local y los municipios, para la entrega de información
	Datos: tipos de luminarias del sistema mejorado de iluminación, relacionado con la energía eléctrica y sus horas efectivas de operación				
	Datos: Factor de emisión del Sistema Eléctrico Nacional en tCO ₂ /MWh.			Base anual	Autoridad nacional
	Cálculos adicionales: *Emisiones de GEI evitadas, correspondientes a cada año de operación del sistema de iluminación más eficiente	Gobierno local	Utilizando la metodología CDM y hoja de cálculo	Base anual	n/a
Informar	*Informar con datos anuales sobre los resultados de las acciones de mitigación municipal	Gobierno local	Preparación del informe a partir de matriz estandarizada	Base anual	n/a
	*Informe periódico de los municipios sobre las acciones de mitigación en el marco de su PEACC	Gobierno local	Preparación de informe de actualización periódica	Periódico	Identificar la frecuencia de actualización
Verificación	Informe de Verificación de los resultados reportados con la medida	Tercera parte, como lo designó la autoridad ambiental nacional	Aplicación de la lista de verificación	Base anual, una vez que el informe es recibido para verificación	n/a

6.6. Conclusiones

En resumen, el empleo de un sistema MRV en el proyecto agregado mejorará su solidez y pondrá de manifiesto los ahorros relacionados en términos de consumo de energía evitada y mitigación de las emisiones de GEI. También servirá para identificar cómo está avanzando un proyecto y si existen problemas durante la operación del proyecto agregado, de modo que se puedan adoptar las medidas correctivas como parte de un proceso de mejoramiento continuo. Sobre todo, se espera que los proyectos que funcionan con apoyo de MRV sean evaluados de manera regular, y mejoren en tiempo por medio de un monitoreo adecuado. Esta etapa inicial de Medición permite la evaluación de indicadores que pueden identificar el impacto (ahorros) debido a la implementación del proyecto, en tanto que la etapa de Presentación de Informes permite la revelación, en una forma estandarizada y periódica, del desempeño del proyecto agregado a diferentes partes interesadas. Finalmente, la etapa de Verificación, consistente en revisiones externas de la información obtenida por la implementación del proyecto, asegurará la calidad de los resultados del proyecto y la credibilidad de la información proporcionada.

6.7. Lecturas recomendadas

- CEPAL/GTZ, 2010. Indicadores de políticas públicas en materia de eficiencia energética en América Latina y el Caribe, (en español), disponible en <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/3763>.
- GIZ, 2012. Nationally Appropriate Mitigation Actions: A technical assistance Sourcebook for practitioners. Disponible en https://www.adelphi.de/en/system/files/mediathek/bilder/nama_source_book.pdf
- IEA, 2014. Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentals on Statistics, OECD/IEA, 2014 (<https://webstore.iea.org/energy-efficiency-indicators-essentials-for-policy-making>).
- SEEAAction, 2018. SEE Action Guide for States: Energy Efficiency as a Least-Cost Strategy to Reduce Greenhouse Gases and Air Pollution and Meet Energy Needs in the Power Sector. Disponible en <https://www4.eere.energy.gov/seeaction/system/files/documents/pathways-guide-states-final0415.pdf>

Anexos

Anexos

Anexo I. Guía para desarrollar el mapeo de la energía en un ámbito municipal

1. Identificar las instalaciones de alta intensidad de energía a través de un método de frontera definido puerta a puerta.
2. Para una infraestructura dada, se fija una frontera predefinida y con ello se incluye todo el consumo de energía respecto a la producción total o de referencia (material, energía, área, etc.). Es importante ya que proporciona una idea/ un registro de todos los tipos de energía que van a la frontera y todos los tipos de energía o la producción que sale de la frontera (un balance). En términos más simples, evaluar el consumo de energía específico. Para edificios (también referido como Índice de Rendimiento de Energía) está kWh/m²/año o toe/'000m²/año (si se incluyen múltiples combustibles). Para estaciones de agua kWh/l, etc.

Es importante definir y fijar una frontera para establecer un parámetro respecto a:

- a. El consumo de energía de la instalación,
- b. La tecnología y características operativas y las condiciones de la infraestructura dentro de la frontera que impactan el consumo de energía de esta,
- c. Reglamentación para tecnologías y políticas establecidas durante la formulación del punto de partida.

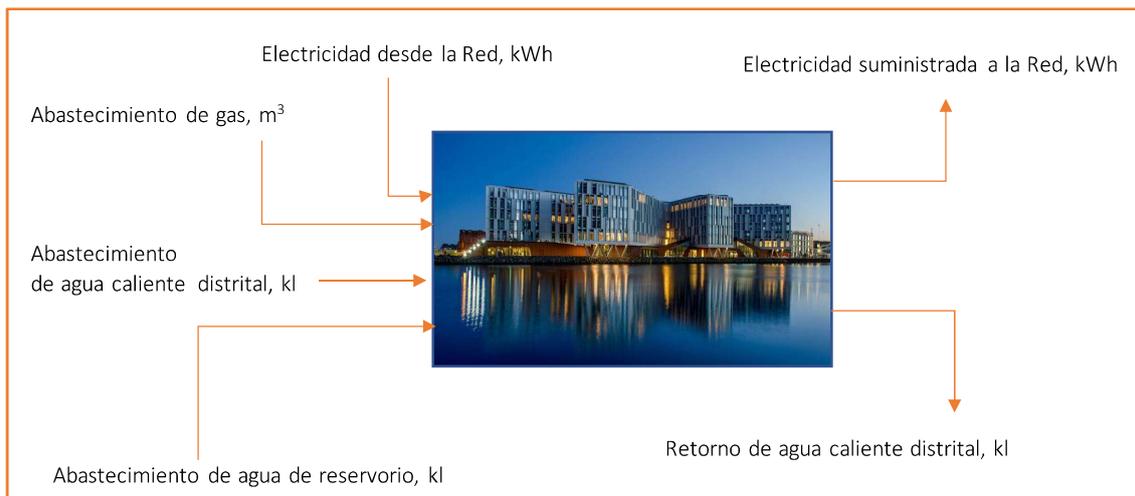
La serie de puntos de partida en la frontera definida será más relevante para comparar, monitorear e informar sobre los impactos de las medidas de EE.

Figura A1.1 Ejemplo de un método de frontera para la estación de distribución del servicio de agua⁷⁵



⁷⁵ Fuente de la imagen: <https://images.app.goo.gl/nNUENTD2naw3xgQBA>

Figura A1.2. Ejemplo de un método fronterizo para edificios⁷⁶

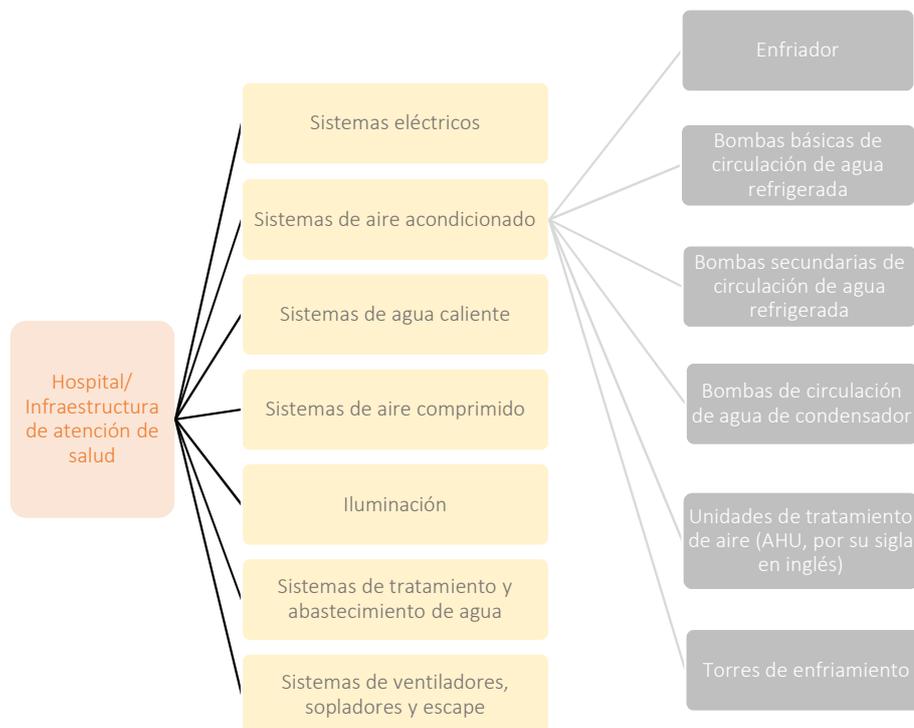


3. Desarrolle cada proceso de instalación/
disposición de sistema

a. Identifique las secciones en el
diseño- vista macroscópica

b. Análisis profundo en la sección
prevista- vista microscópica

Figura A1.3. Ejemplo de un sistema de Aire Acondicionado de un edificio público que ilustra los diseños macroscópico y microscópico.



⁷⁶ Fuente de la imagen: <https://images.app.goo.gl/nNUENTD2naw3xgQBA>

4. Definición de la tecnología utilizada en esta sección

la aplicabilidad de tecnología relativamente eficiente.

- a. Identificar qué tecnologías ya están establecidas para investigar

Figura A1.4. Ejemplo para la sección del catálogo de tecnología inteligente

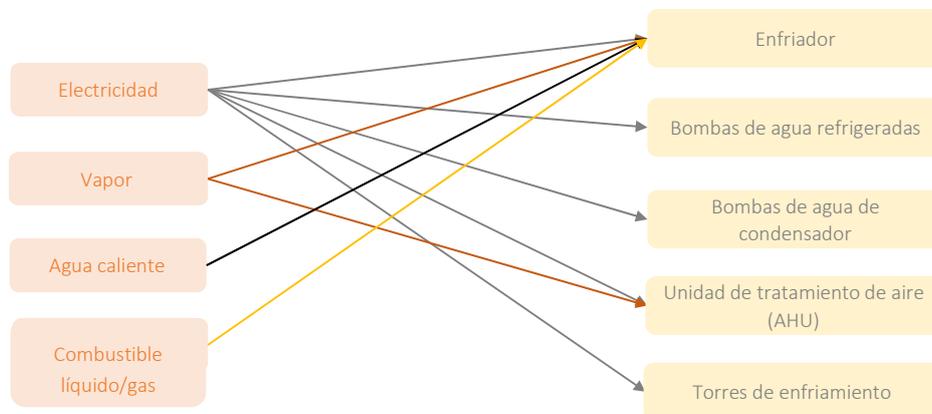


5. Determine la energía utilizada

- a. ¿Cuáles son los tipos de entradas de energía disponibles y dónde se utilizan?

- b. ¿Hay medidores idóneos ubicados en los puntos requeridos para medir, registrar y almacenar los datos y ponerlos fácilmente a disposición en Sistemas de Gestión de Energía para acciones orientadas a resultados?

Figura A1.5. Ejemplo para vincular el uso final de la energía de entrada



Nota: La figura anterior ilustra posibles opciones de usos primordiales (aunque no limitados) de energía para las diversas secciones del sistema de aire acondicionado centralizado.

6. Clasifique por categorías al personal responsable de gestionar las operaciones/ proceso, tecnología y energía.

- a. Asignación de personal para la recolección y monitoreo de datos.
- b. Tener cronogramas establecidos para diferentes tipos de recolección inteligente de datos de sección.
- c. Recopilación y mapeo del uso de energía beneficioso para la infraestructura.

7. Estudio de los datos recolectados para la potencial optimización de los recursos y operaciones.

- a. Involucrar a la fuerza de trabajo de otros departamentos para discusiones del mapa energético.
- b. Encontrar temas en varios niveles con posible influencia directa o indirecta en la intensidad de la energía.
- c. Detallar las oportunidades de ingeniería y mantenimiento
- d. Identificar posibles espacios para cambios en prácticas operativas que podrían realzar la intensidad de la energía.

Anexo II. Identificación del potencial de eficiencia energética por medio de auditorías energéticas detalladas

Cuadro A2.1. Metodología para Identificar el Potencial de EE a través de Auditorías Energéticas detalladas (Bureau of Energy Efficiency)

Paso No.	Plan de Acción	Propósito/Resultados
Paso 1	<p>Fase I - Fase Preauditoría</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planifique y organice • Auditoría de recorrido • Entrevista informal con el gerente de energía, gerente de producción/planta 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación de recurso, establezca/ organice un equipo de auditoría energética • Organización de instrumentos y marco temporal • Recolección de datos macro (idóneos para el tipo de infraestructura) • Familiarización con las actividades del proceso/ planta • Observación de primera mano y evaluación de la operación y prácticas presentes
Paso 2	<ul style="list-style-type: none"> • Conducción de una reunión breve/ programa de sensibilización con todos los jefes de división y personas involucradas (2-3 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de cooperación • Distribución de un cuestionario para cada departamento • Orientación, sensibilización
Paso 3	<p>Fase II - Fase de Auditoría</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reunión de datos primarios, diagramas de flujo del proceso, diagramas de la empresa de energía 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de datos históricos, recolección de datos del punto de partida • Preparación de gráficos de flujo del proceso • Diagrama del sistema de todas las empresas de servicios públicos (ejemplo, diagrama de una sola línea de la distribución de energía eléctrica, agua, aire comprimido y distribución de vapor) • Diseño, datos operativos y calendario de operación. • Factura anual de electricidad y modelo de consumo de energía (manual, hojas de registro, placas de identificación, entrevista)
Paso 4	<ul style="list-style-type: none"> • Conducción de encuesta y monitoreo 	<ul style="list-style-type: none"> • Mediciones: Como ser encuesta de motores, aislamiento y encuesta sobre iluminación con instrumentos para recolección, mayor cantidad de datos y más precisos. Confirmación y comparación de los datos de operación con los datos de diseño.

Paso 5	<ul style="list-style-type: none"> Conducción de pruebas detalladas/ experimentos para los devoradores de energía seleccionados 	<ul style="list-style-type: none"> Pruebas / Experimentos Monitoreo de energía durante 24 horas (MD, PF, kWh, etc.) <ul style="list-style-type: none"> Tendencias de variación en la Alimentación de bombas, ventiladores, compresoras, enfriadores, etc. Caldero/ pruebas de eficiencia Pruebas de eficiencia de calentador Experimentación con el desempeño del equipo, etc.
Paso 6	<ul style="list-style-type: none"> Análisis del uso de energía 	<ul style="list-style-type: none"> Balance energía y material y análisis de pérdida/ despilfarro de energía
Paso 7	<ul style="list-style-type: none"> Identificación y desarrollo de las oportunidades de Conservación de Energía (ENCON, por su sigla en inglés) 	<ul style="list-style-type: none"> Identificación y consolidación de medidas ENCON Concepción, desarrollo y afinación de ideas Revisión de las ideas anteriores sugeridas por el personal de la unidad Revisión de las ideas previas sugeridas por la auditoría energética, si la hay Utilizar lluvia de ideas y técnicas de análisis de valor Contacto con vendedores de tecnología nueva/eficiente
Paso 8	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de costo beneficio 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación de la factibilidad técnica, viabilidad económica y priorización de opciones ENCON para su implementación Selección de los proyectos más prometedores Priorización según medidas de corto, mediano y largo plazo
Paso 9	<ul style="list-style-type: none"> Información y presentación, a la máxima gerencia, encargados de tomar decisiones y partes interesadas 	<ul style="list-style-type: none"> Documentación, presentación de informe
Paso 10	<p>Fase III - Fase Posauditoría</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementación y seguimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo e implementación de las medidas de recomendación ENCON y monitoreo del desempeño <ul style="list-style-type: none"> Plan de acción, calendario para implementación Seguimiento y revisión periódica

Anexo III. Cuestionario para evaluación rápida de edificios

1. Desarrollo de información general

	Instalación	Oficinas centrales
Nombre y dirección de la Empresa		
Número de teléfono		
Correo electrónico		
Nombre de la persona de contacto		
Designación y teléfono		
Tipo de infraestructura de edificación		
Antigüedad		
Capacidad (Otros detalles genéricos que pueden adaptarse en base al tipo de edificio)		

2. Características de dimensión y distribución

Orientación:

Número de pisos:

Altura:

Área de superficie del piso (m2):

Número de pisos:

Distribución del espacio:

- ¿Es un edificio de espacios múltiples (habitaciones, oficinas)?
- ¿Está compuesto por un interior abierto / no obstruido?

Parámetro	Valor
Horas operativas diarias del edificio	
Días laborables en una semana (días)	
Horas de luz solar en la localidad en un año (horas)	
Ocupación máxima (personas)	
Tipo de ventanas y orientación	
Tipo de construcción	
Tipo de techo	
Persianas instaladas (Sí/No)	
Pinturas de aislamientos y reflectantes utilizados (Sí/No)	

3. Fuente de energía:

Fuente	Año 2017-18		Año 2018-19		Año 2019-20		Consumo Principal
	Cantidad	USD	Cantidad	USD	Cantidad	USD	
Electricidad							Puntos con cantidad anual Ejemplo: Enfriadores y bombas – 1 unidad lakh
FO/LSHS							
Carbón / GLP / GAS NATURAL							
HSD							
Otros							

Nota: Todas las cifras deben incluir unidades. Detalles mensuales que también deben proporcionarse.

Electricidad:

Demanda de Contrato kVA -----

Cargos de demanda USD/kVA -----

Cargos unitarios USD/kVA -----

Otros costos de combustible USD/cantidad

a. Transformadores

Nº y tipo de transformadores	Capacidad	Ubicación	Voltaje entrante	Voltaje de alimentación	Detalles de OLTC
Ejemplo: 3 nos de tipo sumergido en aceite	2,5 MVA	Transformador S-11 (transformador de patio)	11 KV	415 V	NA

b. Capacitores

Promedio Factor de Energía de Planta -----
 Capacitancia total proporcionada kVAR* -----
 Ubicación de los capacitores -----

c. Motores

Aplicación	Intervalo de kW	Nos.					Funcionamiento horas/año
		Generadores de inducción de jaula de ardilla	Anillos rozantes	Sincrónico	D.C.	Otros	

d. Compresores de Aire

Capacidad instalada m³/h:
 Utilización de capacidad m³/h:
 Usuarios primordiales:

Tipo y Manufactura de Compresor	Capacidad FAD m ³ /h	Valoración del motor kW	Presión de Aire Comprimido kg/cm ² g	Consumo aproximado de energía por año	Horas de operación anual

e. Ventilación de Calefacción y Aire Acondicionado

Sistema de Aire Acondicionado: Centralizado/Descentralizado

Número de matrícula de la unidad	Capacidad de refrigeración/calefacción instalada	Tipo de Compresor y energía del motor (tipo y kW)	Marca y Modelo	Aplicación y condición deseada	Consumo de energía por año	Horas de operación anual

Detalles de las Unidades de Tratamiento de Aire (Fabricante, pcm, TR, kW) también pueden suministrarse aquí.

Número de etiqueta de la unidad de tratamiento de aire (AHU)	Restauración de área para	Fabricante	Flujo de aire, pcm	Capacidad de refrigeración, TR	Energía nominal, kW	Consumo anual de energía, kWh/año	Horas de operación anual

Cualquier otro sistema de agua refrigerada, aire refrigerado, D/X, sistemas Brine, bombas de calor, etc. Detalles a proporcionarse.

* Kilowatios-Amperios reactivos

f. Bombas

Tipo y Nos.	Nominal			Tipo de control	Aplicación	Horas de operación anual
	Flujo m ³ /h	Pres. (mmWC)	Motor kW			

* Milímetros de agua por columna

g. Ventiladores y Sopladores

Tipo y Nos.	Nominal			Tipo de control	Aplicación	Horas de operación anual
	Flujo m ³ /h	Pres. (mmWC)	Motor kW			

* Milímetros de agua por columna

h. Torres de enfriamiento

Tipo	Carga de refrigeración kcal/h	Rango de diseño °C	Método °C	Bomba			Ventilador		Horas de operación anual
				Motor kW	Flujo m ³ /h	Cabezal m	Motor kW	Flujo de aire m ³ /h	

i. Iluminación

Tipo de farol/luminaria	Watt x Nos de farol	Tipo de trabajo	Procedimiento de conmutación	Carga operativa kW	Consumo de Energía kWh/año

j. Calderos/Hornos

Tipo	Combustible utilizado	Capacidad	Áreas de aplicación	Consumo de energía por año	Horas de operación anual

k. Generación de Energía Interna

Tipo* y Nos	Capacidad	Combustible utilizado	% de carga	Unidades generadas	SEGR**	Horas de operación anual

* Serie DG/ turbina de Gas / calderos de calor de residuos /calderos de combustión, etc.

**Tasa de generación de Energía Específica

I. Detalles de Artefacto

Parámetros	Valor		
	Potencia nominal instalada (kW)	Horas de trabajo diario	Días de trabajo anual
Computadoras			
Lámparas de escritorio			
Refrigeradores			
Cafeteras			
Máquinas expendedoras			
Cualquier otro dispositivo electrónico			

m. Breve descripción de la instalación

Cualesquiera otros detalles que pueda compartir sobre la infraestructura del edificio.

4. Aislamiento de los edificios y EE

Energía nominal del edificio:

Características de cristales:

Características de revestimiento:

5. Intervenciones/ campañas previas de intervenciones para mejoras de EE

No. de serie	Año	Actividad/ proyecto	Categoría	Inversión (USD)	Ahorros de costo (USD)	Ahorros de energía (cantidad/annum)	Ahorros de combustible (cantidad/ annum)

Anexo IV. Cálculo de la reducción de emisiones de GEI por menor consumo de electricidad anual del sistema de iluminación más eficiente

Un cálculo detallado de la electricidad neta ahorrada debido a la implementación del proyecto agregado de un sistema de iluminación más eficiente puede estimarse a partir de la Ecuación 2. Esta ecuación es una adaptación de la Metodología CDM: AMS_II.L: Metodología de pequeña escala: Actividades del lado de la demanda para tecnologías de iluminación

vial (2013) [AMS_II.L: Small-scale Methodology: Demand-side activities for efficient outdoor and street lighting technologies]. Esta metodología permite simultáneamente una estimación del punto de partida, el potencial de mitigación y la definición de elementos a incluirse para un sistema de MRV.

Ecuación 2:

$$NES_y = \sum_{i=1}^N \left(Q_i^M \times P_{i,y}^M \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \times H_{i,y}^M \right) - \sum_{i=1}^N \left(Q_i^B \times P_{i,y}^B \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \times H_{i,y}^B \right)$$

Dónde:

NES_y : Electricidad neta ahorrada en año y

y : año

i : contador para tipo de luminaria

N : Número de luminarias

Q_i^B : Cantidad de luminarias de referencia "i" del sistema original (unidades)

$P_{i,n}^B$: Tasa de energía de cada tipo de luminaria "i" del sistema original (W)

$H_{i,n}^B$: Horas de operación anual del sistema original (horas)

Q_i^M : Cantidad de luminarias "i" del proyecto agregado (unidades)

$P_{i,n}^M$: Tasa de energía de cada tipo de luminaria "i" del proyecto agregado (W)

$H_{i,n}^M$: Horas de operación anual del proyecto agregado (horas)

Fuente: CDM Methodology: AMS_II.L: Small-scale Methodology: Demand-side activities for efficient outdoor and street lighting technologies (2013)

Copenhagen Centre on Energy Efficiency
UNEP DTU Partnership
Marmorvej 51
2100 Copenhagen Ø
Dinamarca
Teléfono +45 4533 5310
<http://www.c2e2.unepdtu.org>