



**Documento uno: Escenarios energéticos
de la edificación sustentable para 2030**

Odón de Buen, Energía, Tecnología y Educación (ENTE), México
Stephen Selkowitz, Lawrence Berkeley National Laboratory, EU
Martin Adelaar, Marbek Resource Consultants, Ltd., Canadá

Índice

1. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL INFORME.....	3
1.1 CONTEXTO.....	3
1.2 ORGANIZACIÓN DEL INFORME	4
1.3 METAS DEL DESAFÍO AIA-RAIC.....	4
2. ENFOQUE Y SUPUESTOS	6
2.1 PANORAMA GENERAL.....	6
2.2 LÍMITES DEL ANÁLISIS	7
2.3 DERIVACIÓN DE LOS PERFILES DE LA LÍNEA DE BASE Y TENDENCIAL.....	10
2.4 DETERMINACIÓN DEL ESCENARIO DE UNA ECOLOGÍA PROFUNDA.....	14
2.5 LIMITACIONES Y EXCEPCIONES	19
3. RESULTADOS E IMPLICACIONES GENERALES.....	20
3.1 PERFIL DE LOS MERCADOS OBJETIVO AFECTADOS	20
3.2 AHORRO DE ENERGÍA E IMPACTO DE LA REDUCCIÓN DE GEI.....	42
3.3 IMPLICACIONES DE LOS RESULTADOS.....	67
APÉNDICE A: SECTOR RESIDENCIAL DE AMÉRICA DEL NORTE.....	68
APÉNDICE B: SECTOR COMERCIAL DE AMÉRICA DEL NORTE.....	73

1. Objetivos y alcance del informe

1.1 Contexto

El equipo integrado por Marbek Resource Consultants Ltd. (MARBK), Odón de Buen y el Lawrence Berkeley National Laboratory (LBL) tiene el gusto de presentar este informe, que documenta los hallazgos e implicaciones preliminares de un estudio titulado “Escenarios de la Edificación Sustentable” realizado con los auspicios del proyecto “Edificación sustentable en América del Norte: oportunidades y retos” de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA).

El objetivo principal del estudio es presentar una perspectiva de las posibles mejoras de desempeño energético en los mercados inmobiliarios de América del Norte, diferenciados por tipo de construcción y región en períodos futuros específicamente determinados. La perspectiva resultante, denominada escenario de una ecología profunda o “Escenario 1”, se basa en la incorporación audaz, pero técnicamente factible, de prácticas de eficiencia energética tanto en la construcción de edificios nuevos como en su renovación, complementadas con formas de abastecimiento de energía generada por nuevas fuentes con bajas emisiones de carbono. El resultado práctico del estudio es una plataforma de modelación sólida y defendible que ayudará a documentar el proyecto en general de la CCA y documentos de referencia asociados, así como a realizar futuros análisis. El presente documento servirá de guía para comenzar a pensar cuantitativamente en las posibles perspectivas del consumo de energía y las emisiones de carbono en las edificaciones, pero aún así cabe mencionar que el tiempo y los recursos disponibles no permiten la exploración definitiva ni exhaustiva de las opciones, aspectos, probabilidades de éxito, etc., de la perspectiva descrita. Sin embargo, es indudable que el documento brinda un conjunto útil de conocimientos sobre el alcance y las dimensiones del problema y ayuda a identificar cuestiones técnicas y de políticas que deben analizarse más a fondo en el futuro.

La perspectiva representada por el escenario de una ecología profunda también deja entrever los posibles beneficios ambientales, sociales y económicos del mejoramiento del desempeño energético en las edificaciones, que es parte esencial de la reducción final de la huella ambiental vinculada al diseño, la ubicación y la operación de las construcciones.

En 2005, la superficie de los inmuebles residenciales y comerciales de América del Norte era superior a 29,000 millones de metros cuadrados (m²), con un crecimiento proyectado de otros 13,500 millones de m², o 46 por ciento, para llegar a 42,500 millones de m² en 2030.¹ La construcción, operación y demolición de construcciones en el subcontinente deja tras de sí una enorme huella ambiental,² y el diseño, equipamiento, ubicación y los materiales elegidos de las edificaciones afectan el uso de los recursos, con los consecuentes efectos ambientales en el aire, el agua, el suelo y la biota.

Si analizamos un solo aspecto de esta huella ambiental, el consumo de energía, veremos que en 2005 las operaciones del parque inmobiliario de América del Norte registraron un consumo de 19,638 petajoules (PJ) de energía primaria, que a su vez contribuyó con 2,248 millones de toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Las proyecciones de crecimiento del parque según el escenario tendencial (*business-as-usual*, BAU) y los patrones actuales de consumo de energía del parque inmobiliario del subcontinente indican que el consumo general de energía y las emisiones de carbono asociadas tendrán un crecimiento constante. El primer paso para la transición exitosa a la ruta de la sustentabilidad es reducir la tasa de crecimiento del consumo de energía en general y de las emisiones de carbono y demostrar que consumo y emisiones no sólo se pueden estabilizar, sino disminuir.

El número de instituciones y organizaciones de América del Norte que analizan este reto es cada vez mayor. En conjunto, esta búsqueda de perspectiva y de rutas de avance prácticas aporta credibilidad a la teoría de las mejoras de desempeño energético audaces. El Instituto Estadounidense de Arquitectos (*American Institute of Architects*, AIA) y el Instituto Real de Arquitectura de Canadá (*Royal Architectural Institute of Canada*, RAIC) adoptaron un ambicioso calendario de objetivos de reducción de carbono cuya piedra angular son las mejoras sustanciales en eficiencia

¹ Cifras derivadas por los autores de las fuentes mencionadas en el apartado 2.3.1, adelante.

² Huella ambiental es la herramienta de responsabilidad ecológica que ayuda a medir el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente y se define como la superficie de suelos y aguas biológicamente productiva que se requiere para proveer los recursos necesarios y asimilar los residuos generados por una cierta población humana utilizando la tecnología disponible. En otras palabras, la huella ambiental adopta un enfoque holístico de todas las actividades humanas, en el que el suministro y consumo de la energía son elementos clave.

energética. Se trata del Desafío 2030 (también denominado escenario o metas AIA-RAIC), en el que profundizaremos más adelante, que sirve como punto focal del análisis del equipo de estudio, con ciertas referencias adicionales a los niveles de emisión de GEI de 1990 como parámetro de referencia para los objetivos de Kioto.

1.2 Organización del informe

Este documento está organizado de la siguiente manera:

- El resto de este apartado introductorio se centra en nuestra interpretación del posible estado de la edificación sustentable al final del periodo en 2030, con base en su caracterización y en las metas planteadas por el AIA y el RAIC para alcanzarlo. Las metas del Desafío 2030 AIA-RAIC se seleccionaron como el estado ideal al final del periodo contra el cual se comparan nuestros escenarios modelados para probar los supuestos básicos respecto de mejoras en el desempeño y avances en el mercado.
- El apartado 2 presenta el enfoque de modelación y sus principales supuestos que sustentan nuestro escenario de edificación sustentable propuesto, denominado Escenario 1 o escenario de una ecología profunda. El Escenario 1 presenta una situación futura a finales de 2030 caracterizada por la penetración acelerada en el mercado de una alta eficiencia energética, tanto en el parque inmobiliario actual como en las edificaciones residenciales y comerciales por construir en América del Norte, utilizando un suministro complementario de energía renovable.
- El apartado 3 presenta los resultados generales pronosticados para América del Norte y sus implicaciones en la configuración de políticas públicas.
- El apéndice A contiene análisis y resultados de modelación más detallados para el sector residencial de América del Norte.
- El apéndice B contiene análisis y resultados de modelación más detallados para el sector comercial de América del Norte.

1.3 Metas del desafío AIA-RAIC

Para ayudar a estructurar el alcance del análisis del estudio y su enfoque, se eligieron las metas del Desafío 2030 AIA-RAIC como un objetivo del proyecto, ya que permiten probar supuestos de modelación relativos a mejoras de desempeño energético en edificaciones y tasas de penetración de mercado.

En 2005 el AIA adoptó el “Desafío 2030”, concebido para ayudar a enfrentar el problema global del cambio climático, que plantea objetivos y un calendario de mejoras de desempeño energético en las edificaciones. Posteriormente, RAIC se sumó al Desafío 2030, que ha ganado mucha fuerza como declaración de perspectiva entre los profesionales de la arquitectura y diversas instituciones importantes, como el Consejo de Alcaldes de Estados Unidos y el Consejo Internacional de Iniciativas Ambientales Locales (*International Council for Local Environmental Initiatives*, ICLEI) en América del Norte. El cumplimiento del Desafío 2030 requiere no sólo el diseño de nuevos desarrollos y edificaciones con elevado desempeño y neutralidad en carbono, sino también la propuesta de políticas y acciones que aseguren que todos los desarrollos y edificaciones cumplan con metas audaces de reducción en el consumo de energía.

1.3.1 Interpretación del Desafío 2030 AIA-RAIC

El enfoque del análisis del estudio y los supuestos que lo fundamentan reciben la influencia, en parte, de la interpretación de las metas AIA-RAIC. El estado final está parcialmente definido, pero la forma de llegar a él, en particular con acuerdo al parque inmobiliario actual, es lo que representa el verdadero desafío. Nuestra propia interpretación del Desafío 2030 es la siguiente.

El Desafío 2030 se estableció para enfrentar la cuestión global de las emisiones de carbono y del cambio climático, reconociendo que las construcciones dan cuenta de 40 a 50 por ciento del consumo directo e indirecto de energía y de las emisiones de carbono resultantes. Tanto el AIA como el RAIC respaldaron un plan que, si se pone en marcha, conduciría a que las nuevas edificaciones tengan en 2030 un estado final de neutralidad en carbono y a considerables

reducciones en carbono en los edificios existentes.³ El supuesto del desafío es que las metas del escenario de uso de energía se cumplirán mediante la combinación de mejoras audaces en el rendimiento energético y el abasto de la demanda restante con energía renovable con emisiones de cero carbono generada en sitio.

El calendario de despliegue específico de las metas AIA-RAIC se presenta como sigue y distingue entre edificaciones nuevas y actuales.

A partir del próximo año elegible (2008), las nuevas edificaciones serán 50 por ciento más eficientes que las del parque actual o del año base (2005). Incrementos posteriores de 10 por ciento en la eficiencia de desempeño conducirán, para 2030, a un desempeño de 100 por ciento en comparación con el desempeño del año base, es decir, a una reducción muy grande en el consumo de energía, siendo la demanda restante abastecida con energía de fuentes renovables. El calendario de mejoras de desempeño energético es el siguiente:

- 50 por ciento en 2008
- 60 por ciento en 2010
- 70 por ciento en 2015
- 80 por ciento en 2020
- 90 por ciento en 2025
- Neutralidad en carbono para 2030
(utilizando energía generada con combustibles no fósiles y sin emisiones de GEI).

Las renovaciones mayores se deben diseñar para cumplir con una norma de desempeño en consumo de energía de combustibles fósiles y emisiones de GEI de 50 por ciento de la norma promedio de la región (o país) para el parque actual (2005) del tipo de edificación de que se trate.

Que, como mínimo, se renueve anualmente un área de construcción igual a la de las edificaciones nuevas para que se cumpla la norma de 50 por ciento en desempeño de consumo de energía de combustibles fósiles y de emisión de GEI de la región (o país) para el parque actual (2005) de ese tipo de construcción.

La aplicación de tecnologías renovables o la compra de energía renovable no puede exceder de 20 por ciento del ahorro meta.

Para nuestro ejercicio de modelación, interpretamos el calendario de despliegue para el cumplimiento de las metas AIA-RAIC como sigue:

Edificaciones de nueva construcción

A partir de 2008 (o de 2010 en el caso de la modelación para Estados Unidos), las edificaciones de nueva construcción consumirán 50 por ciento menos energía por unidad (60 por ciento en el caso de la modelación estadounidense) que el parque existente en el año base 2005.

En los años siguientes, las edificaciones de nueva construcción consumirán gradualmente menos energía por unidad que el parque existente en el año base, de acuerdo con el siguiente calendario: 60 por ciento en 2010, 70 por ciento en 2015, 80 por ciento en 2020, 90 por ciento en 2025 y 100 por ciento en 2030. Estos niveles de desempeño se logran reduciendo el consumo intrínseco de energía y sustituyendo el consumo restante con energía renovable generada en sitio.

Edificaciones existentes

Durante el periodo 2008-2030 (periodo 2010-2030 en el caso de la modelación para Estados Unidos), una parte del parque inmobiliario actual igual a la tasa de nuevas edificaciones se someterá a algún tipo de renovación mayor. Estas edificaciones tendrán una mejoría en rendimiento energético que generará una reducción de 50 por ciento en el consumo de energía por unidad en comparación con el desempeño de las edificaciones del año base 2005.

En el periodo 2008-2030 (periodo 2010-2030 en el caso de la modelación para Estados Unidos), la parte del parque inmobiliario existente que no pase por algún tipo de renovación mayor será elegible para reacondicionamiento energético. El tamaño de este mercado se prevé como el equivalente de la cantidad anual de edificaciones renovadas más la cantidad anual de edificaciones nuevas. Estas edificaciones pasarán por un reacondicionamiento energético que

³ Si desea consultar el texto y obtener mayor información del Desafío 2030, visite el sitio en Internet de Architecture 2030, en http://www.architecture2030.org/open_letter/index.html.

representará una reducción de 50 por ciento en consumo (por tipo de edificación) en relación con el desempeño de las edificaciones del año base 2005.

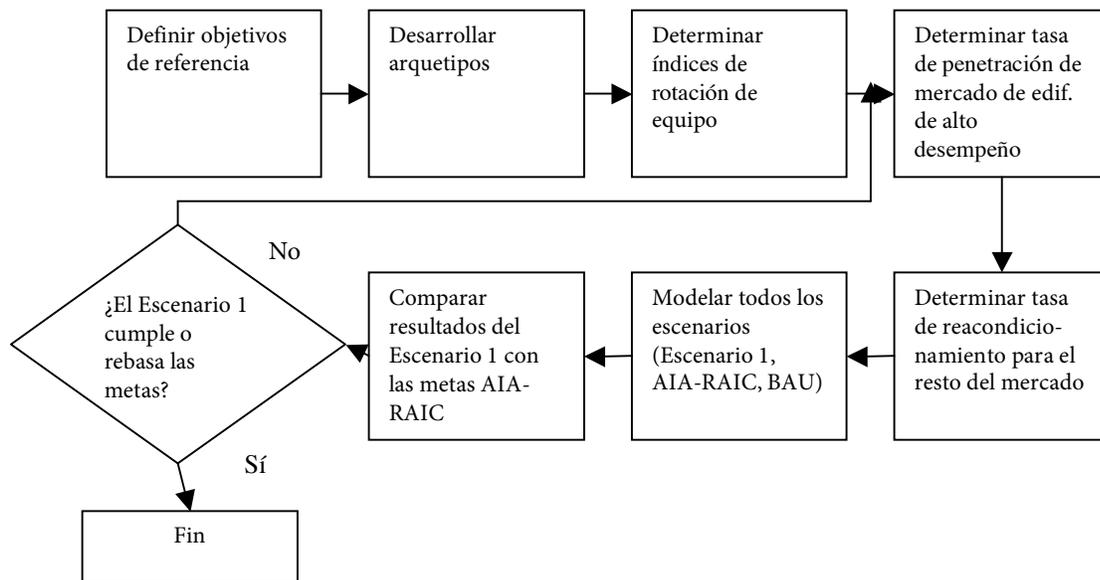
2. Enfoque y supuestos

2.1 Panorama general

El diagrama de flujo de la gráfica 2.1 ilustra los principales pasos seguidos en este estudio. Los elementos más importantes del enfoque del estudio se resumen así:

- Definir objetivos “de referencia”, con base en el Desafío 2030 AIA-RAIC y la referencia para Kioto (niveles de 1990)
- Crear un perfil del año base defendible y un escenario tendencial (business-as-usual, BAU)
- Explorar un escenario de eficiencia energética “audaz”, pero defendible (escenario de una ecología profunda o Escenario 1) por los años 2010 a 2030
- Concentrarse en la alta eficiencia energética de las edificaciones
- Considerar todos los mercados inmobiliarios y equipos como parte del mercado meta
- Crear escenarios de tasas de penetración de mercado
- Comparar los resultados del Escenario 1 con los objetivos de referencia

Gráfica 2.1: Diagrama de flujo del proceso de creación de escenarios de edificación sustentable



En el núcleo de este enfoque encontramos tres importantes variables:

- *Una proyección “tendencial” defendible.* En los apéndices se explica cómo se crearon las proyecciones BAU para los sectores residencial y comercial.
- *Mejoramiento del desempeño unitario de las edificaciones.* Se detallaron actualizaciones de desempeño unitario audaces, pero defendibles.
- *Aceleración de la penetración de mercado de edificaciones de alto desempeño.* Se formularon calendarios de despliegue plausibles, sin olvidar que la política pública y las fuerzas de mercado son las que a final de cuentas impulsan las tasas de penetración.

Más adelante se profundiza en el enfoque.

2.2 Límites del análisis

2.2.1 Países

El análisis incluye el sector inmobiliario de tres países: Canadá, Estados Unidos y México, y más adelante se especifican sus límites. El análisis realizado entre los países contiene pequeñas diferencias, ya que nos limitamos a las fuentes de datos disponibles de cada país, las que no siempre eran consistentes en términos de fecha, formato de los datos, etc. Sin embargo, no creemos que estas diferencias afecten nuestras conclusiones.

2.2.2 Definiciones de “periodo de estudio”, “año base” y “tendencial”

El periodo de estudio es 2005-2030, con resultados de los siguientes años marcadores intermedios: 2008, 2010, 2015, 2020 y 2025.

El perfil del año base describe a detalle “dónde” y “cómo” se consume actualmente la energía en el parque inmobiliario existente. Si bien 2005 es el año base, se eligió 2008 como punto de partida para la penetración al mercado de las medidas de eficiencia en las edificaciones de Canadá y México y 2010 en las de Estados Unidos.

La proyección tendencial calcula el nivel de consumo de energía que se espera alcanzar durante el periodo de estudio en ausencia de nuevas iniciativas de eficiencia energética posteriores a 2007. La proyección tendencial (BAU) se basa en la extrapolación de las tasas de crecimiento del parque actual aunadas a los niveles de consumo energético típicos de las nuevas construcciones hoy día, y no considera iniciativas de políticas importantes que producirían cambios fundamentales en las tendencias en curso respecto a nuevos códigos de construcción y a iniciativas de reacondicionamiento o renovación.

2.2.3 Segmentos de edificación

En los tres países el análisis incluyó los sectores de edificación tanto residencial como comercial e institucional (denominado en adelante simplemente comercial). La segmentación adicional de cada uno de estos sectores se detalla en la gráfica 2.2, como sigue:

Gráfica 2.2: Segmentación de las edificaciones en los tres países

<i>Sector</i>	<i>Canadá</i>	<i>México</i>	<i>Estados Unidos</i>
<i>Residencial</i>			
<i>Casas solas</i>	✓	✓	✓
<i>Casas en conjunto horizontal</i>	✓	⁴	✓
<i>Edificios multifamiliares de baja altura</i>	✓		✓
<i>Edificios multifamiliares de mediana a gran altura</i>	✓	✓	✓
<i>Casas móviles</i>	✓		✓
<i>Comercial</i>			
<i>Bodegas</i>	✓	✓	✓
<i>Hoteles y restaurantes⁵</i>	✓	✓	✓
<i>Edificios de oficinas⁶</i>	✓	✓	✓
<i>Comercios mayoristas o minoristas⁷</i>	✓	✓	✓
<i>Cines, teatros e instalaciones recreativas</i>	✓	✓	
<i>Iglesias y templos</i>	✓		
<i>Hospitales y centros de salud</i>	✓	✓	✓
<i>Escuelas</i>	✓	✓	✓
<i>Supermercados</i>			✓
<i>Otros</i>	✓	✓	✓

2.2.4 Perfiles del uso final de la energía

El análisis utiliza un enfoque ascendente, en el que se elaboran perfiles del uso final de la energía en las edificaciones. El uso final es una comodidad o servicio que brinda la energía junto con otros componentes o equipo, como construcciones, motores y lámparas. La energía no tiene valor para el usuario a menos que primero y por medio de equipo se le transforme en un servicio de valor económico. Los ejemplos de servicios de la energía son calefacción ambiental, refrigeración y tránsito público. Diferentes combinaciones de equipo y fuentes de energía pueden producir un mismo servicio.

⁴ Para efectos de este estudio, los segmentos *casas en conjunto horizontal* y *edificios multifamiliares de baja altura* se consideran inexistentes en México.

⁵ El sector estadounidense se subdivide en hoteles grandes, hoteles pequeños, restaurantes de comida rápida y restaurantes normales.

⁶ El sector estadounidense se subdivide en oficinas grandes y oficinas pequeñas.

⁷ El sector estadounidense se subdivide en grandes comercios mayoristas y pequeños comercios minoristas.

El uso final de la energía también puede asociarse con una tecnología específica y con sus características de eficiencia energética relacionadas, que pueden tener diferentes niveles de eficiencia según las condiciones de antigüedad y operación. Para elaborar los escenarios de más alta eficiencia energética supusimos niveles crecientes de eficiencia de equipo y electrodomésticos nuevos y de reemplazo en los inmuebles.

Enseguida se listan las diversas formas de uso final de la energía perfiladas en el estudio, las que inicialmente se derivaron de estudios canadienses y se adaptaron o ajustaron según fuera necesario para el parque inmobiliario de México y Estados Unidos.

Sector residencial

A partir del uso de energía de una determinada vivienda se calcula la intensidad para toda una edificación, al igual que las intensidades de uso final para:

- Calefacción ambiental
- Refrigeración ambiental
- Agua caliente doméstica
- Aparatos electrodomésticos
- Alumbrado
- Otros aparatos electrónicos
- Sector comercial

El sector de las edificaciones comerciales se analiza en términos de uso de energía por metro cuadrado (m²) de espacio acondicionado, igualmente con un enfoque ascendente. El desglose de usos finales del sector comercial es como sigue:

- Calefacción ambiental
- Refrigeración ambiental
- Agua caliente doméstica
- Alumbrado
- Motores auxiliares
- Equipo auxiliar

2.2.5 Plataforma de modelación

Se utilizaron plataformas de modelación en hojas de cálculo relativamente similares para crear escenarios de línea de base, BAU y de una ecología profunda para los tres países.

Canadá y México

Para los sectores de la edificación residencial canadiense y mexicana se emplearon: i) el Modelo de Uso Final de Energía en el Sector Residencial (*Residential Sector Energy End-Use Model*, RSEEM), modelo de contabilidad de consumo final de Marbek, y ii) el modelo HOT-2000.

El HOT-2000 es un programa de cómputo con apoyo comercial para simulación de consumo de energía en construcciones residenciales, que emplea avanzados algoritmos de modelación del sistema y de pérdida o ganancia de calor para calcular el consumo de electricidad de la casa habitación. El programa considera:

- los sistemas de calefacción ambiental eléctricos, de gas natural o propano, petróleo y madera;
- los sistemas domésticos de agua caliente, desde los convencionales hasta los de condensación de alto rendimiento, y
- el efecto de interacción entre los aparatos de calefacción y los destinados a otros fines, como las luces y los refrigeradores.

La plataforma de modelación empleada para el sector de la edificación comercial de Canadá y México fue el Marbek CSEEM (*Commercial Sector Energy End-Use Model*), calibrado para el estudio CBECS (*Commercial Building Energy Consumption Survey*) de Canadá.

Estados Unidos

Se elaboraron dos herramientas en hojas de cálculo similares para usarlas en el análisis de los sectores residencial y comercial de Estados Unidos.

La hoja de cálculo del sector residencial se elaboró a partir de la base de datos del estudio *Residential Energy Consumption Survey* (RECS, 2003) sobre consumo final de energía en este sector. Estos datos se obtuvieron de encuestas periódicas de consumo de energía que documentan características de las edificaciones y usos finales, fuentes y consumo total de energía de una selección representativa de viviendas de todo Estados Unidos. La base de datos contiene fuentes de abastecimiento de energía desglosadas, por lo que dichos datos se pueden utilizar para calcular emisiones de carbono. La hoja de cálculo utiliza estos datos del parque como punto de partida y después emplea datos de *Annual Energy Outlook* de la Administración de Información sobre Energía de Estados Unidos para proyectar los inicios de las edificaciones y otros cambios en el parque hasta 2030. Para el consumo real de energía del parque aplicamos escenarios de eficiencia energética cambiantes descritos en otros apartados de este informe. El parque residencial se divide en los cinco tipos de viviendas ya mencionadas líneas arriba y en 19 regiones climáticas y 19 “antigüedades”, en donde la antigüedad incluye los efectos del año de construcción, la edad y los efectos, en su caso, del reacondicionamiento o la renovación del parque. El modelo da seguimiento a la energía consumida por tipo de fuente (electricidad, combustible, etc.) para poder calcular las emisiones de carbono y permite especificar la energía renovable generada en el sitio para compensar una fracción de la carga de los inmuebles.

De manera similar, la hoja de cálculo del sector comercial se elaboró con información de la base de datos CBECS de consumo de energía comercial. En CBECS, los tipos de edificaciones se resumieron en 13 de los subtipos más importantes y los datos se desglosaron para cinco climas. Al igual que con el modelo residencial, la hoja de cálculo utiliza los datos del parque como punto de partida y después emplea datos de *Annual Energy Outlook* de Estados Unidos para proyectar los inicios de las edificaciones comerciales y otros cambios en el parque hasta 2030. Aplicamos escenarios de eficiencia energética cambiantes descritos en otros apartados de este informe a cada una de las 19 antigüedades por cada escenario. Al igual que en el sector residencial, el modelo da seguimiento a la energía consumida por tipo de fuente (electricidad, combustible, etc.) para poder calcular las emisiones de carbono y permite especificar la energía renovable generada en el sitio para compensar una fracción de la carga de los inmuebles. El resultado final muestra el desglose por uso final del combustible utilizado, incluidas fuentes renovables, para satisfacer las necesidades de las edificaciones.

Estos modelos tienen capacidad para evaluar muchos más parámetros y detalles de los que podrían atenderse en este estudio. En general, las estrategias de ahorro de energía se aplicaron a todo el parque inmobiliario en vez de adaptarse a tipos específicos de construcciones en climas específicos. Información tan pormenorizada será tema de estudios futuros. Ambos modelos permiten manejar los efectos de la eficiencia en dos formas: según la fracción del parque afectada cada año por una estrategia específica y según la reducción en consumo de energía por ese periodo de tiempo y antigüedad. En adelante se explican con más detalle estos aspectos.

2.3 Derivación de los perfiles de la línea de base y tendencial

2.3.1 Parque inmobiliario en el periodo de estudio

Como se explica líneas abajo, los perfiles de energía y de GEI generados a partir de este estudio reciben la enorme influencia de las caracterizaciones y proyecciones de crecimiento del parque inmobiliario residencial y comercial hasta 2030. Este subapartado muestra un panorama del enfoque seguido para derivar el perfil del parque inmobiliario; además, en los apéndices A y B se ahonda en este tema.

El perfil del parque inmobiliario se genera partiendo de un perfil de base inicial que después se modifica con el transcurso del tiempo en la siguiente forma:

- *Perfil del año base.* Se trata de un conteo del parque tanto habitacional como comercial existente en 2005 (o conjunto de datos disponibles más recientes), y es el punto de partida para el análisis.
- *Edificaciones nuevas construidas en el periodo 2005-2030.* Se trata del mejor intento por estimar el volumen y el tipo de las edificaciones nuevas construidas durante los años 2005-2030 utilizando varias fuentes creíbles que se especifican más adelante. Cabe mencionar que cuando las proyecciones se basaron

en fuentes de datos que no corren hasta 2030, se utilizó una simple extrapolación en línea recta a partir de la última proyección disponible.

- *Edificaciones renovadas.* Las renovaciones, en particular las más extensas, son una magnífica oportunidad para integrar reacondicionamientos de energía a la par de dichas actividades. En la mayoría de los casos, las fuerzas del mercado son las que dictan el paso y el tipo de actividad de renovación y es por eso que los índices de renovación históricos se consideran un indicador defendible de índices futuros. Éste es el enfoque utilizado en el estudio.

Las características y los patrones del parque inmobiliario de Estados Unidos y Canadá son muy similares, pero cuando se considera el perfil de México surgen diferencias importantes. En primer lugar, la tasa de crecimiento proyectada del parque residencial de México es mucho más alta, casi 4 por ciento anual, impulsada en parte por los compromisos del gobierno federal de dotar de vivienda nueva y asequible. En segundo lugar, la renovación prácticamente no existe en México y ese patrón es el que se tomó en cuenta en este estudio.

Estados Unidos

La Administración de Información sobre Energía dependiente del Departamento de Energía (DOE) de Estados Unidos financia la creación y actualización de bases de datos del parque inmobiliario comercial y residencial, las que actualiza mediante encuestas constantes, proporcionando así las dos principales fuentes de datos para la derivación del parque inmobiliario estadounidense en el año base.

- El estudio Commercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS) de 2003 y la base de datos resultante es la principal fuente utilizada para el sector comercial.
- El estudio Residential Energy Consumption Survey (RECS) de 2003 y la base de datos resultante es la principal fuente utilizada para el sector residencial.

Las proyecciones de crecimiento del parque para el escenario BAU se prepararon a partir de *Annual Energy Outlook 2007 with Projections to 2030* (AEO 2007) del Departamento de Energía de Estados Unidos.

Canadá

El perfil del sector residencial en el año base se sirve de la base de datos del Censo 2001 de Statistics Canada (StatsCan), así como de fuentes de datos del ministerio de Recursos Naturales de Canadá (*Natural Resources Canada*, NRCan). Los datos del Censo 2001 se utilizaron para determinar la distribución del parque habitacional por tipo de vivienda. La base de datos *Canadian Energy Outlook 2006* de NRCan se empleó para derivar el volumen de viviendas del año base y la proyección del parque residencial hasta 2030.⁸

La base de datos *Canadian Energy Outlook* de NRCan también se utilizó para derivar el volumen de las edificaciones comerciales del año base y la proyección de este parque a 2030.

México

Las principales fuentes utilizadas para derivar el perfil del parque residencial fueron la Comisión Nacional de Vivienda (Conavi) y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

Considerando que México no cuenta con estadísticas oficiales de los inmuebles comerciales, las estimaciones del parque por tipos de edificación se hicieron a partir de diversas fuentes:

- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (Fide): consumo total de energía, superficie e intensidad de energía por metro cuadrado, por tipos de edificaciones con base en descripciones individuales.
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae): parque de edificios de oficinas e intensidad de energía.
- Informes anuales de compañías del sector mercantil y asociaciones de comerciantes: parque inmobiliario y superficie.

⁸ Natural Resources Canada. 2006. *Canada's Energy Outlook: The Reference Case 2006*. En línea en <<http://www.nrcan.gc.ca/com/resoress/publications/peo/peo-eng.php>>.

2.3.2 Derivación de los perfiles de consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la línea de base

El perfil de consumo de energía en la línea de base de los segmentos de edificaciones meta, según la lista del subapartado 2.1.2, se obtuvo a partir de la siguiente relación:

Consumo de energía secundaria (generada en sitio) total del segmento = consumo de energía del segmento/edificación unitaria (o/superficie unitaria) x número de construcciones (o superficie) dentro del segmento de que se trate.

Éste es un análisis ascendente que parte de la utilización efectiva de fuentes de datos y supuestos principales relativos tanto al parque inmobiliario (que antes se menciona) como a la derivación de la intensidad de uso final de energía (EUI) específica de las edificaciones en general. El análisis ascendente genera un perfil compacto de consumo de energía total y de emisiones de GEI en el tiempo, por cada país.

El uso final de la energía en general de toda una edificación para un cierto segmento en un año en particular se estima como la suma de la intensidad de uso final de energía de cada subconjunto del parque de edificaciones (nuevas, renovadas, existentes) en ese periodo de tiempo multiplicada por su respectiva ponderación en términos de área construida, participación en el crecimiento, demolición y conversiones.

Los apéndices A y B contienen pormenores de las derivaciones de EUI de la línea de base. Abajo se analiza el enfoque general y la identificación de las principales fuentes de datos por cada país.

Canadá

Con los años, Marbek ha creado una extensa base de datos interna de características de uso final de la energía en los sectores inmobiliarios, partiendo de varios estudios financiados por compañías de servicios públicos y el gobierno, incluido el trabajo actual en Columbia Británica, Terranova y Labrador. Algunos de estos conjuntos de datos son ricos en amplitud y detalles, pero se limitan a los lugares y territorios de servicios para los que se comisionaron los estudios. Luego entonces, el enfoque utilizado para este estudio consistía en remitirse al inventario nacional de datos de uso final y a los porcentajes de combustibles obtenidos de Recursos Naturales de Canadá (NRCan) para después ajustar las intensidades de energía y los porcentajes de combustibles sustentándose en información contenida en la base de datos de Marbek.

Las principales fuentes de datos para ambos sectores son:

- NRCan: Energy Use Data Handbook (EUDH), recopilado a partir de diversas encuestas en el sector residencial
- NRCan: 2003 Survey of Household Energy Use (SHEU)
- Canadian Building Energy End-use Data and Analysis Centre (CBEEDAC)
- NRCan: The EnerGuide for Houses Database
- NRCan: Energy Consumption of Major Household Appliances Shipped in Canada
- Estudios de saturación de equipo de compañías de servicios públicos y estudios de consumidores
- Statistics Canada: Household Facilities and Equipment Survey
- Base de datos interna de Marbek, la que, entre otras cosas, contiene arquetipos de edificaciones residenciales para Ontario, Quebec, Manitoba y Columbia Británica

En RSEEM, los datos de consumo de energía correspondientes a Canadá se calibraron de acuerdo con *Canada's Energy Outlook: The Reference Case 2006* de NRCan.

Estados Unidos

Los datos de consumo de energía correspondientes al parque inmobiliario estadounidense se tomaron de diversas fuentes. El detalle y la exactitud tanto del consumo de energía de los segmentos de edificación (por ejemplo, pequeños comercios minoristas) como de los desgloses de uso final dentro de los segmentos (como calefacción, enfriamiento, alumbrado, refrigeración, etc.) varían considerablemente entre las diferentes fuentes de datos. Estas fuentes incluyen datos tanto medidos cuanto simulados que diferentes dependencias reúnen por estado, región, territorio de servicios públicos, etc. Considerando que aún no existe un procedimiento uniforme para la recopilación y análisis de los datos, y para atender las incertidumbres que implica la extrapolación del parque inmobiliario y de las intensidades de uso de energía a lo largo de muchos años, decidimos usar intensidades de uso extraídas de las bases de datos CBECS y RECS ya mencionadas. Estos estudios incluyen datos de energía medida derivados de facturas de servicios de construcciones

seleccionadas de todas las zonas climáticas de Estados Unidos, desglosados por subtipo y edad de los inmuebles. Estas bases de datos también contienen un desglose del consumo de energía generada en sitio por tipo de combustible. En otros estudios se utilizaron otras fuentes para estimar los desgloses de uso final a partir de los totales de las edificaciones, pero en este estudio no se exploró ese aspecto.

México

Los datos de consumo de electricidad para México se calibraron usando información de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), además de datos nacionales sobre consumo de combustibles fósiles.

Los datos generales del sector comercial de México se obtuvieron de:

- Sener (Secretaría de Energía): Balance Nacional de Energía (consumo de gas LP y gas natural);
- Fide: intensidad energética por metro cuadrado por tipo de inmueble con base en descripciones individuales, y
- Conae: intensidad energética en edificios de oficinas.

2.3.3 Derivación tendencial (BAU)

El escenario tendencial (BAU) es una proyección de la demanda de energía del sector inmobiliario hasta 2030, en ausencia de grandes intervenciones de mercado institucionales nuevas e incrementales después de 2005. Es la línea de base contra la cual se calcula el escenario de una ecología profunda de ahorro de energía. La proyección tendencial incluye “cambios naturales en la eficiencia energética”, es decir, incrementos en la eficiencia de uso final promedio a medida que se construyen nuevas edificaciones siguiendo códigos energéticos modernos que reemplazan parques de construcciones viejas y menos eficientes, y también incluye otros factores que, como se proyecta, ocurrirán durante el periodo de estudio en ausencia de intervenciones de mercado nuevas e incrementales.

El escenario BAU se derivó empleando las fuentes de datos mencionadas en el apartado anterior, tomando en cuenta cambios recientes al código de construcción, compromisos asumidos por algunos gobiernos provinciales canadienses que afectarán códigos de construcción futuros, así como consultas con profesionales del sector de la construcción en cuanto a las mejoras esperadas en el uso final e individual de la energía.

El método utilizado para derivar el escenario BAU toma en cuenta cuatro dinámicas importantes que afectan las intensidades de uso final de la energía y el consumo total de energía de las edificaciones durante este periodo de tiempo, a saber:

- Se están construyendo nuevos edificios y viviendas que se agregan al parque residencial. La intensidad de uso final (EUI) de toda la edificación en el parque de nueva construcción debe ser menor al promedio del parque actual, aun cuando no siempre es así porque los niveles de servicio y comodidades cambian.
- Se demuelen edificaciones existentes y se les da de baja del parque; en general, se espera que sean inmuebles viejos con EUI probablemente más alta que el promedio.
- Un porcentaje del parque de edificaciones existentes en el año base será objeto de alguna forma de reacondicionamiento energético, ya sea como parte de una renovación o con el único objetivo de mejorar el desempeño energético. En cualquiera de tales circunstancias, disminuirá la EUI de dichas edificaciones.
- Sustitución natural de equipo: El desempeño energético unitario mejorará de manera natural a medida que equipo descompuesto que utiliza energía para su funcionamiento sea sustituido por un sistema moderno equivalente.
- Cada una de estas tendencias reducirá el consumo de energía, pero aún así existen fuerzas BAU que contrarrestan esta reducción en EUI. El tamaño promedio de las viviendas en la mayor parte de América del Norte sigue creciendo (por ejemplo, Annual Energy Outlook de Estados Unidos proyecta un incremento de 13 por ciento en el tamaño promedio de los hogares de todo el parque, entre 2005 y 2030); así, aunque la EUI por área unitaria disminuya en general, en algunos mercados el cambio en la EUI de las viviendas será mínimo. A pesar de las ganancias en el mejoramiento de la integridad térmica del envolvente y las eficiencias en calefacción, ventilación y aire acondicionado, se están incrementando otros usos finales, como el mayor uso de aparatos electrónicos en el hogar y el número de aparatos conectados en el sector comercial. El resultado neto de los datos medidos es que la EUI de las nuevas edificaciones, en

promedio, no ha descendido tan rápido como se hubiera esperado según los datos de eficiencia intrínsecos.

2.3.4 Conversión de la energía en gases de efecto invernadero

Entre los resultados importantes de este análisis está el cálculo de la reducción de GEI en el escenario de una ecología profunda. Para ello, toda la energía para usos finales se convierte a emisiones de equivalentes de dióxido de carbono (CO_{2eq}). Uno de los principales elementos para derivar las emisiones de GEI es el coeficiente de conversión de GEI para la generación de energía eléctrica. Más adelante se mencionan los coeficientes utilizados para cada uno de los tres países tanto para electricidad como para fuentes de energía generada con combustibles fósiles. El combustible fósil utilizado como base para las conversiones es el gas natural ya que, por lo que al subcontinente se refiere, es la fuente primaria de uso de combustible en las edificaciones.

Canadá

Las emisiones de GEI se calculan empleando el promedio nacional⁹ de Environment Canada de 0.222 kilogramos (kg) de CO_{2eq} por cada kilowatt/hora (kWh) de electricidad generada y de 1.90263 kg de CO_{2eq} por metro cúbico (m³) de gas natural consumido.

México

Las emisiones de GEI se calculan empleando el promedio nacional de 0.6539 kg de CO_{2eq} por kWh de electricidad generada y de 1.90263 kg de CO_{2eq} por m³ de combustible fósil consumido.

Estados Unidos

En Estados Unidos, las emisiones de GEI de la electricidad son muy variables, con un factor de casi 10:1 entre estados en donde la electricidad se produce principalmente en plantas generadoras alimentadas con carbón (como Dakota del Norte) y estados en donde se obtiene sobre todo de la generación hidroeléctrica y nuclear (como Washington y California). El promedio nacional empleado en este estudio fue de 0.646 kg de CO_{2eq} por kWh generada. El promedio nacional de consumo de gas natural fue de 1.903 kg de CO_{2eq} por m³ de gas natural.

2.4 Determinación del escenario de una ecología profunda

El objetivo de este apartado es presentar un panorama general de cómo se derivó el escenario de una ecología profunda. En los apéndices A y B se ofrece mayor información sobre el tema. Son dos los principales aspectos de la elaboración del escenario:

- las supuestas mejoras en el desempeño en eficiencia energética, y
- la tasa a la que se supone que las mejoras de desempeño energético se aplicarán a los mercados objetivo de edificación. Más adelante ahondamos en estos aspectos.

2.4.1 Definición de los mercados objetivo de eficiencia energética en las edificaciones

El mercado se dividió en edificaciones nuevas y existentes. Después, a las actividades en estas últimas se les aplicaron las siguientes especificaciones:

- La **renovación** se define como la actividad consistente en cambios a una edificación cuya envergadura permita la integración al proyecto de medidas de eficiencia energética audaces, incluso mejoras en el envolvente del edificio, además de modernización del desempeño mecánico y eléctrico. Por ello, el mercado de posibles renovaciones mayores es apenas un subconjunto pequeño del mercado general de las edificaciones existentes.
- El **reacondicionamiento** se define como una intervención o cambio en la edificación centrada exclusivamente en mejorar su desempeño energético.
- **Sustitución de equipo:** El supuesto es que una parte del parque inmobiliario no será objeto de ningún tipo de renovación o reacondicionamiento para alcanzar mejoras específicas de desempeño energético y,

⁹ Véase <http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/inventory_report/2004_report/ta9_1_e.cfm>.

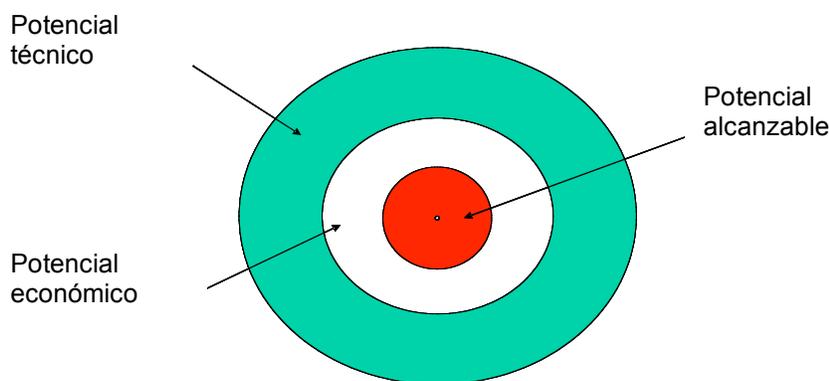
por lo tanto, esta parte del mercado puede mejorar su eficiencia energética con la sustitución de equipo, ya que equipos y sistemas existentes son reemplazados cuando fallan.

2.4.2 Definición de arquetipos de edificación

La medición del efecto de las mejoras en desempeño energético se logra mediante la elaboración de “arquetipos” de edificación, que son representaciones físicas de edificios considerados “representativos”. Las características del arquetipo se aplican tanto a las edificaciones de la línea de base como a las actualizaciones en desempeño. El análisis de ahorro de energía y la reducción resultante en GEI inicia con una representación de los arquetipos de la línea de base para nuevas viviendas y edificios comerciales construidos en 2005.

Los arquetipos que suponen mejoras en desempeño energético son atrevidos, pero técnicamente alcanzables, con empleo de tecnología y prácticas de edificación comercialmente disponibles en la actualidad, aunque su uso no esté muy difundido. Estas mejoras en desempeño no están acotadas por el análisis económico sino que, con base en nuestra experiencia y antecedentes, consideramos las actualizaciones con el más alto potencial para alcanzar eficazmente el máximo ahorro de energía. La gráfica 2.3 comunica este límite conceptual, representándolo como un objetivo cuyo fin último es alcanzar el máximo potencial económico posible en el mercado inmobiliario, que aquí se muestra como potencial alcanzable.

Gráfica 2.3: Diversas formas de representación del potencial de eficiencia energética



El análisis también supone que no hay obstáculos importantes para la introducción en el mercado inmobiliario, sean éstos de naturaleza técnica, financiera o de mercado, de estos arquetipos “actualizados”; se trata, por tanto, de una situación “ideal”.

Arquetipos de edificación en la línea de base: residencial

- **Canadá.** Marbek utilizó una extensa base de datos interna con arquetipos residenciales, que informaron qué modificaciones necesitaban los datos provinciales y nacionales de consumo de energía residencial de NRCan. Cabe mencionar que los datos de la mayoría de las provincias mostraron diferencias muy pequeñas entre el consumo de energía de las casas nuevas en comparación con el parque existente debido principalmente a la tendencia a casas más grandes y al incremento en el número de electrodomésticos y equipo electrónico conectado.
- **México.** No había datos específicos disponibles de la intensidad de uso final de la energía en el sector residencial y por lo tanto se estimaron a partir de los datos de Canadá ajustados al contexto mexicano. En particular, las estimaciones de uso final del sector residencial se sustentaron en datos específicos de cada tecnología (alumbrado, refrigeración y aire acondicionado); el uso final para calefacción no se consideró ni para el sector residencial ni para el comercial. Los datos sobre consumo de energía en viviendas nuevas y existentes se basaron en supuestos para unidad de consumo final y su aumento en escala hasta los datos

sobre consumo de electricidad de la CFE. Las estimaciones de saturación del aire acondicionado se obtuvieron también de la CFE.

- **Estados Unidos.** La información general de desempeño energético residencial para la hoja de cálculo se derivó de la base de datos RECS. En Estados Unidos, la gama de tipos de vivienda es muy amplia y los usos finales varían enormemente dependiendo de clima, antigüedad de la casa, tamaño de la familia, nivel de ingresos, etc. La revisión a detalle de las tendencias específicas de uso final en el tiempo estuvo fuera del alcance de este estudio. El Departamento de Energía de Estados Unidos publica el *Buildings Energy Data Book* (la versión más reciente es de 2006), que contiene desgloses de consumo de energía por función de uso final y otra información de las tendencias en estos valores. El *Annual Energy Outlook* de Estados Unidos también contiene datos estadísticos anuales, de 2004 a 2030, de los cambios en estos usos finales. Estas tendencias se basan en la evaluación hecha por la Administración de Información sobre Energía de un ambiente sin cambio o tendencial (BAU). Revisamos los datos de estas fuentes, estudiamos los informes más recientes del ahorro que se puede obtener con tecnologías emergentes y las nuevas políticas para acelerar su adopción, y después de una nueva discusión de grupo finalmente generamos nuestras propias estructuras de ahorro de energía para el escenario de una ecología profunda, con base en edificaciones nuevas, renovadas y reacondicionadas.

Arquetipos de edificación en la línea de base: comercial

- **Canadá.** Marbek utilizó una extensa base de datos interna con arquetipos comerciales, que informaron qué modificaciones necesitaban los datos provinciales y nacionales de consumo de energía en las edificaciones. Para poder predecir el cambio en intensidad de energía por uso final en el sector comercial en conjunto, se utilizaron datos de NRCan basados en el cambio proyectado en eficiencia energética del equipo que hace uso final de la energía en el tiempo.
- **México.** Como ya se mencionó, no había datos específicos disponibles de la intensidad de uso final de la energía en el sector comercial de México y por lo tanto se estimaron a partir de los datos de Canadá ajustados al contexto mexicano. El uso final para enfriamiento se consideró superior a la referencia de Canadá para edificaciones comerciales y se escaló apropiadamente.
- **Estados Unidos.** Los datos de este país se derivaron de la base de datos CBECs 2003 y se complementaron con datos del *Buildings Energy Databook for 2006* del Departamento de Energía de Estados Unidos. CBECs muestra el consumo de energía medido de la edificación completa, con un desglose por fuente (gas natural, electricidad, etc.), muestreado estadísticamente por región y subtipo comercial para hacerlo representativo del total del parque inmobiliario comercial estadounidense a la fecha en que se recogieron los datos de muestra. Los desgloses de uso final dentro de este sector presentan grandes variaciones por tipo de edificación (ejemplo: restaurantes en comparación con oficinas), por región climática y latitud (ejemplo: Minnesota en comparación con Florida) y por antigüedad o edad. En consecuencia, utilizamos estimaciones de ingeniería de las mejores prácticas en términos de posibles niveles de mejora general en la EUI de toda la edificación, sin hacer un examen específico de los efectos de cada uso final, ya que éstos variarían muchísimo por clima y subtipo de edificación. Después de revisar las fuentes de EIA y del Departamento de Energía y de revisar las tendencias en eficiencia energética de los principales profesionistas, propietarios y fabricantes, elaboramos escenarios de ahorro de energía audaces, pero alcanzables. Como ya se mencionó, por razones logísticas y de tiempo empleamos los mismos factores para todos los climas y tipos de edificación, a pesar de sus posibilidades de variación.

2.4.3 Arquetipos de actualización de eficiencia energética y supuestos del análisis

Se definieron dos arquetipos de actualización, el Supereficiente 1 y el Supereficiente 2 (SE1 y SE2), para los arquetipos de inmuebles habitacionales y comerciales. Estos cuatro arquetipos incorporan avances en técnicas de construcción, equipo y tecnología disponible en la actualidad, pero no necesariamente con la mejor relación costo-beneficio o de mayor uso actual.

- **SE1** logra entre 50 y 85 por ciento de ahorro total en consumo de energía en relación con el arquetipo del año base. SE1 representa el mejor desempeño tecnológico disponible con uso de tecnología de vanguardia en materiales y métodos de construcción de la envolvente de las edificaciones, además de los equipos más avanzados, en cuanto a consumo de energía, de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

- **SE2** logra un ahorro energético total de alrededor de 40 a 60 por ciento respecto al arquetipo del año base. En comparación con SE1, SE2 es menos audaz y más fácil de alcanzar en el corto plazo, con uso de equipo con mejor relación costo-beneficio y más convencional para obtener una edificación que, con todo, tiene un desempeño muy superior a las prácticas de construcción convencionales vigentes.

Las gráficas A1 y A2 del apéndice A y las gráficas B1 y B2 del apéndice B contienen ilustraciones de las posibles características definitorias de SE1 y SE2 para construcciones residenciales y comerciales, respectivamente, de mercados seleccionados de América del Norte.

Para comprender cómo se aplican al mercado en general las estimaciones de desempeño energético obtenidas de estas actualizaciones de arquetipos, nos referimos nuevamente a la fórmula básica de estimación del consumo de energía por segmento, en la siguiente forma:

Consumo de energía secundaria (generada en sitio) total del segmento = consumo de energía del segmento/edificación unitaria (o/superficie unitaria) x número de construcciones (o superficie) dentro del segmento de que se trate.

Para las opciones de actualización de eficiencia energética, el consumo de energía del segmento por edificación unitaria o superficie unitaria es la diferencia entre el caso base y el consumo unitario actualizado. Para efectos del análisis, las rutas de introducción de mejoras de desempeño energético a los mercados objetivo varían de acuerdo con las circunstancias específicas de los mercados de edificaciones nuevas y actuales. Los supuestos específicos se subrayan abajo.

Nuevas edificaciones. El desempeño energético del arquetipo actualizado se calcula como una mejora por comparación con el desempeño del arquetipo de línea de base para edificaciones nuevas. Las edificaciones nuevas brindan la gran oportunidad de “hacerlo bien” desde el principio, utilizando diseño integrado, localización y todas las opciones tecnológicas apropiadas. Así, se aplica al nuevo parque el desempeño unitario óptimo que se alcanzará utilizando todas las estrategias y medidas técnicas descritas en los apéndices.

Renovaciones y reacondicionamientos. No se prevé que las actualizaciones por renovación o reacondicionamiento alcancen el mismo grado de desempeño que la actualización de una nueva edificación. Por ello se empleó una combinación de modelación y razonamientos para ajustar a la baja el alcance de las posibles medidas técnicas, que resulta en una mejoría de desempeño unitario más baja que la de los arquetipos de nuevas edificaciones. La principal diferencia entre el arquetipo de edificación nueva y los de renovaciones y reacondicionamiento es un incremento menos pronunciado en la mejoría del envoltorio de las edificaciones. Por ejemplo, se supone muy poca penetración de las bombas de calor geotérmico a los mercados de edificaciones existentes, tanto residenciales como comerciales, en comparación con lo que se puede lograr en el parque de edificaciones nuevas.

El desempeño energético esperado de los arquetipos de renovación y reacondicionamiento se calcula por comparación con el desempeño del arquetipo de línea de base para edificaciones nuevas.

Las gráficas 2.4 y 2.5 siguientes resumen los resultados de desempeño obtenidos del análisis, en comparación con las estimaciones de desempeño unitario de los arquetipos de línea de base. Estos cálculos se basan en: i) modelación y ii) razonamiento informado para las edificaciones canadienses. Las cifras se modificaron para su uso en Estados Unidos a fin de reflejar las diferencias de clima y otros factores de mercado, según se explica en los apéndices.

Los ahorros estimados confirman que SE1 representa sin duda una mejoría en desempeño muy audaz, en cualquier circunstancia. También se observa que el efecto en el desempeño de la opción de reacondicionamiento energético será menor que el de la renovación, suponiendo que las renovaciones sean lo suficientemente extensas para obtener amplias mejorías en el envoltorio de los edificios.

Gráfica 2.4: Factores de escala de EUI para los arquetipos de edificación residencial

<i>Factores de escala de EUI para SE1 (% de reducción en comparación con el desempeño unitario en la línea base)</i>							
	<i>Calefacción</i>	<i>Refrigeración</i>	<i>Agua caliente</i>	<i>Aparatos eléctricos</i>	<i>Alumbrado</i>	<i>Otros</i>	<i>General</i>
<i>Nuevas</i>	95	55	60	50	75	50	80 a 85
<i>Renovación</i>	80	50	60	50	75	50	70 a 75
<i>Reacondicionamiento</i>	60	50	60	50	75	50	60 a 65
<i>Factores de escala de EUI para SE2 (% de reducción en comparación con el desempeño unitario en la línea base)</i>							
<i>Nuevas</i>	65	35	50	50	75	50	50 a 60
<i>Renovación</i>	50	30	50	50	75	50	45 a 50
<i>Reacondicionamiento</i>	40	30	50	50	75	50	40 a 45

Gráfica 2.5: Factores de escala de EUI para los arquetipos de edificación comercial

<i>Factores de escala de EUI para SE1 (% de reducción en comparación con el desempeño unitario en la línea base)</i>							
	<i>Calefacción</i>	<i>Refrigeración</i>	<i>Agua caliente</i>	<i>Aparatos eléctricos</i>	<i>Alumbrado</i>	<i>Otros</i>	<i>General</i>
<i>Nuevas</i>	90	60	50	50	60	20	60 a 65
<i>Renovación</i>	80	50	50	50	60	10	55 a 60
<i>Reacondicionamiento</i>	60	50	50	50	60	10	50 a 55
<i>Factores de escala de EUI para SE2 (% de reducción en comparación con el desempeño unitario en la línea base)</i>							
<i>Nuevas</i>	50	45	40	40	40	10	50 a 60
<i>Renovación</i>	40	35	40	40	40	0	45 a 50
<i>Reacondicionamiento</i>	35	25	40	40	40	0	40 a 45

2.4.4 Definición del calendario de penetración de mercado de los arquetipos

El calendario de despliegue define la tasa de penetración al mercado de los dos arquetipos de alto desempeño en el escenario de una ecología profunda. Los apéndices A y B describen los calendarios de despliegue específicos que se utilizaron para SE1 y SE2 en los sectores tanto residencial como comercial, respectivamente.

Los supuestos de la penetración de mercado de los arquetipos de actualización modelados son los siguientes:

- Se supone que las mejoras energéticas vinculadas a las renovaciones mayores se llevan a cabo de acuerdo con las tendencias de mercado respectivas. El mercado para las renovaciones es el parque del año base.
- La fracción del actual mercado inmobiliario que no es candidata para renovaciones mayores sí lo es para el reacondicionamiento energético. La tasa derivada de reacondicionamiento anual promedio se estableció con el fin de afectar prácticamente a todo el parque inmobiliario existente en 2030 que no sea objeto de renovaciones. El mercado para las renovaciones es el parque del año base.

- En cualquier año en particular, una vez deducido el reacondicionamiento energético, el saldo del actual parque inmobiliario no afectado es el mercado para mejoras en equipo que utiliza energía, a la tasa de renovación natural del parque.

2.4.5 Presentación de los resultados

Los resultados de la modelación se presentan en términos de las siguientes unidades:

- uso de energía secundaria adquirida, desglosada por tipo de combustible (es decir, electricidad y combustible fósil), y
- emisiones de GEI (los coeficientes de emisión para uso de electricidad se basaron en los promedios nacionales ponderados según el supuesto de generación marginal).

Además, con el fin de documentar los análisis de política pública, de existir una brecha entre el escenario modelado y las metas AIA-RAIC, los resultados incluirán el cálculo de la cantidad de energía renovable en sitio o energía limpia de la red necesaria para que las edificaciones residenciales y comerciales sean neutras en carbono.

2.5 Limitaciones y excepciones

La generalidad y la orientación de políticas de este ejercicio nos exigió limitar nuestro trabajo a ciertos datos y análisis, debido en parte a restricciones presupuestales y de tiempo. A pesar de nuestra gran confianza en los resultados empíricos, vale la pena mencionar algunas de las limitaciones y excepciones importantes.

No intentamos predecir los efectos específicos de políticas y actitudes cambiantes en las inversiones en eficiencia en el sector inmobiliario. Por ejemplo, el variable clima político estadounidense con sus próximas elecciones, la creciente discusión del cambio climático y de las políticas de emisiones de carbono de la industria, así como nuevas iniciativas estatales y regionales en materia de uso de energía, probablemente tendrán efectos cuantificables pero desconocidos en las inversiones y en las tendencias en eficiencia del sector inmobiliario.

Considerando estas y otras incertidumbres políticas y económicas, estos estudios son útiles para ilustrar las posibilidades de cambio y cuáles *podrían ser*, en vez de predecir cuáles *serán*. Sin duda, siempre existe incertidumbre técnica en cuanto al desempeño y el costo de soluciones técnicas específicas para el ahorro de energía, pero en este contexto dicha incertidumbre es quizá menor en comparación con el amplio contexto socioeconómico en que se presenta el estudio.

Datos del parque inmobiliario

México. En el caso de México, el grado de incertidumbre asociado con el parque de edificaciones comerciales de la línea de base y proyectado es muy alto.

Canadá. Al parecer las proyecciones del parque inmobiliario residencial no toman en cuenta los posibles efectos a largo plazo de la integración final por los municipios de las aplicaciones de planeación *Smart Growth*, que generan densidades más altas.

Estados Unidos. Las tasas de crecimiento del parque son extrapolaciones de tendencias actuales que pueden sufrir rápidos cambios. En todos los escenarios, las incertidumbres del clima económico y su efecto en el arranque de las edificaciones son una incógnita. Al inicio de este proyecto, la construcción de vivienda nueva en Estados Unidos establecía nuevos récords trimestrales. En menos de un año, el efecto de los problemas de las hipotecas de alto riesgo (*subprime*) levantó olas en el sector de construcción de vivienda, bajando los precios y reduciendo sustancialmente las actividades de inicio de construcción de casas habitación, lo que nos recuerda a qué velocidad pueden cambiar tendencias en apariencia bien establecidas.

Consumo de energía

Canadá. Las intensidades de uso final de la energía son defendibles si hablamos de toda la edificación, pero la precisión es menor tratándose de usos finales individuales (sólo estaba disponible el consumo promedio del parque inmobiliario actual, por sector). Además, el parque comercial no está claramente delineado por segmento (por ejemplo, ciertos segmentos están agrupados, como hoteles y restaurantes, a pesar de que sus perfiles de consumo de energía y recursos pueden ser muy diferentes).

México. Para el sector comercial, el desempeño energético es poco defendible; para el residencial, había muy pocos datos disponibles en términos de desglose por uso final del consumo de energía de un hogar típico.

Estados Unidos. Cuenta con extensas bases de datos de desempeño energético en constante crecimiento, pero el parque inmobiliario es diverso y complejo. Aún no se ha llegado a un verdadero acuerdo para desagregar los diversos subsectores comerciales, para caracterizar debidamente aspectos operativos que afectan el uso real de la energía, para tratar las edificaciones comerciales con “cargas de proceso” crecientes (por ejemplo, centros de datos) o para medir o asignar el uso en constante aumento de sistemas distribuidos de calefacción y enfriamiento en ciudades, campus universitarios, etc. El desempeño de las edificaciones nuevas no siempre alcanza los niveles esperados y los orígenes de estas discrepancias —defectos de construcción, falta de puesta en servicio, fallas operativas, etc.— todavía se están estudiando. Pero mientras los detalles se siguen estudiando y depurando, las predicciones de uso de energía a escala de sector se continuarán considerando con cierto grado de exactitud, aunque no queden claras todas las razones causales de estos cambios.

3. Resultados e implicaciones generales

Este apartado presenta los resultados e implicaciones amplias y generales del análisis del escenario de una ecología profunda. Son cuatro los aspectos clave que se examinan: i) afectación de los escenarios en relación con los mercados anticipados de edificaciones nuevas y existentes, ii) impactos del ahorro de energía, iii) impactos de la reducción de GEI y iv) escala de la brecha de reducción de GEI que cubrirán las fuentes de energía sin emisiones o con emisiones bajas de carbono.

3.1 Perfil de los mercados objetivo afectados

Como se explica en el apartado 2, el mercado objetivo de eficiencia energética para las edificaciones abarca los parques de construcciones tanto nuevas como actuales, que sufren los efectos de diversos escenarios de penetración de mercado. En este subapartado elaboraremos un breve perfil de los volúmenes y tipos de los mercados inmobiliarios afectados por los supuestos de despliegue de penetración de mercado, comenzando con un perfil de los parques de línea de base y BAU. Se presentan indicadores clave, seguidos de mediciones específicas para los sectores residencial y comercial.

3.1.1 Panorama de los mercados objetivo

La gráfica 3.1 presenta indicadores clave de los mercados inmobiliarios afectados, tanto residencial cuanto comercial y por país. Las gráficas 3.2 a 3.7 profundizan aún más en los mercados en general afectados por mejoras de eficiencia energética en las edificaciones. También se presentan las siguientes observaciones por país:

Canadá

- El parque residencial crece 33 por ciento; el comercial, 62 por ciento entre el año base y 2030.
- Aproximadamente 90 por ciento de las edificaciones residenciales y comerciales actuales serán objeto de reacondicionamiento o renovación energética.
- Para 2030, el mercado residencial afectado es: 25 por ciento edificaciones nuevas, 67 por ciento afectado por algún tipo de renovación o reacondicionamiento mayor y el 8 por ciento restante no afectado.
- Para 2030, el mercado comercial afectado es: 39 por ciento edificaciones nuevas, 55 por ciento afectado por algún tipo de renovación o reacondicionamiento mayor y el 6 por ciento restante no afectado.

México

- El parque residencial crece 60 por ciento; el comercial, 131 por ciento entre el año base y 2030.
- Aproximadamente, 87 por ciento del parque comercial y 54 por ciento del parque residencial actual serán objeto de reacondicionamiento o renovación energética.
- Para 2030, el mercado residencial afectado es: 34 por ciento nuevas edificaciones, 38 por ciento afectado por algún tipo de renovación o reacondicionamiento mayor y el 28 por ciento restante no afectado.
- Para 2030 el mercado comercial afectado es: 57 por ciento edificaciones nuevas, 38 por ciento afectado por algún tipo de renovación o reacondicionamiento mayor y el 5 por ciento restante no afectado.

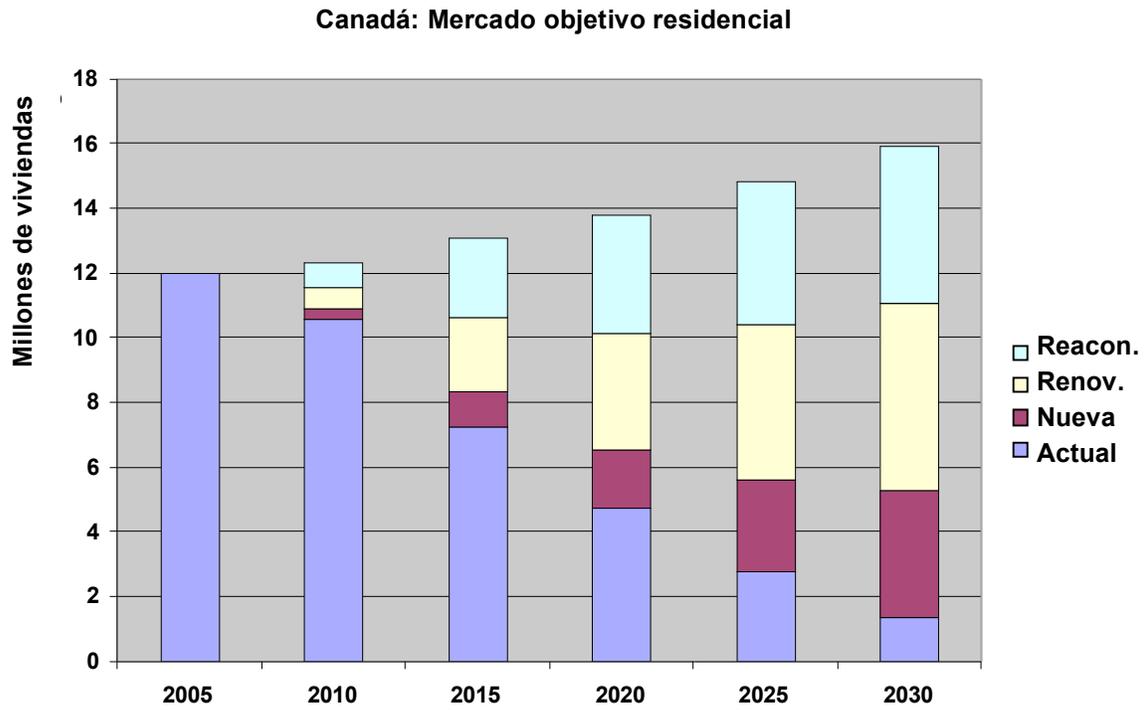
Estados Unidos

- El parque residencial crece 31 por ciento en número de unidades y 48 por ciento en términos de superficie, mientras que el comercial crece 41 por ciento, entre 2005 y 2030.
- Aproximadamente, 90 por ciento de las edificaciones residenciales y comerciales actuales serán objeto de reacondicionamiento o renovación energética.
- Para 2030 el mercado residencial afectado es: 26 por ciento edificaciones nuevas, 41 por ciento afectado por algún tipo de renovación o reacondicionamiento mayor y el 32 por ciento restante no afectado.
- Para 2030, el mercado comercial afectado es: 36 por ciento edificaciones nuevas, 47 por ciento afectado por algún tipo de renovación o reacondicionamiento mayor y el 17 por ciento restante no afectado.

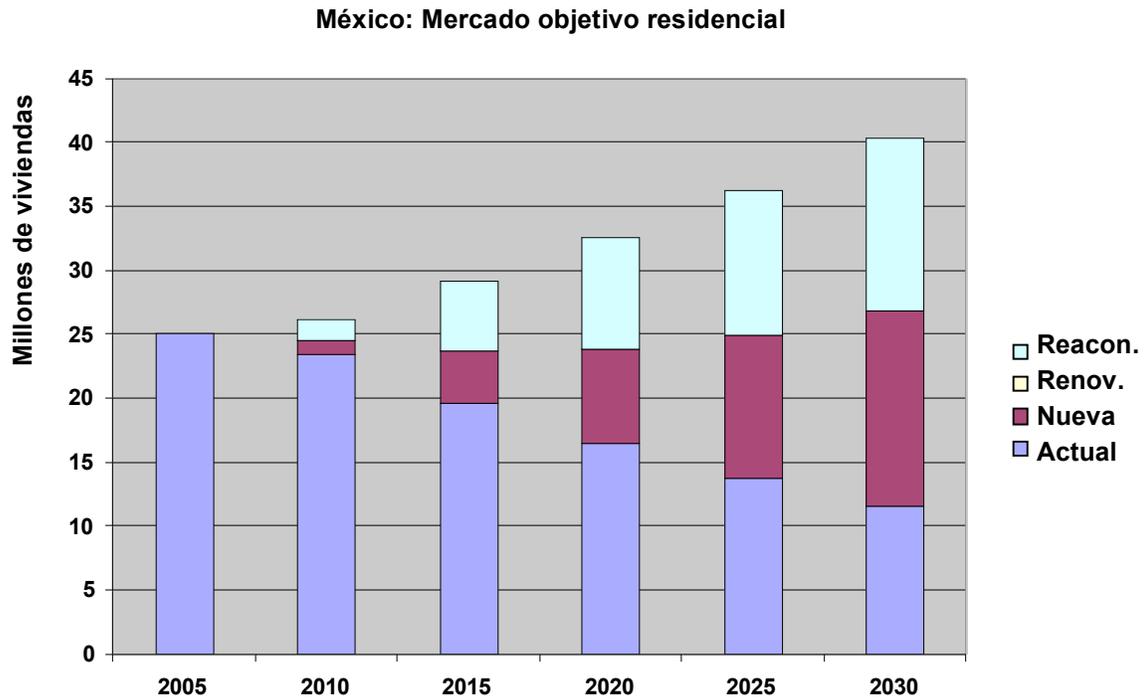
Gráfica 3.1: Perfil del parque inmobiliario de América del Norte de 2005 a 2030

	Sector residencial (unidades de vivienda)			Sector comercial (m ²)		
	Estados Unidos	México	Canadá	Estados Unidos	México	Canadá
Total unidades en el año base (residencial = viviendas; comercial = superficie)	112,000,000	25,150,076	12,003,898	6,660 millones	154,600,000	574,958,400
Casas solas, representadas como porcentaje del total en el año base		85	55		–	–
Total parque BAU en 2030	144,000,000	40,428,450	15,948,520	9,300 millones	357,357,689	933,255,349
Total parque de edificaciones nuevas 2005-2030	38,100,000	15,278,373	3,944,622	3,350 millones	202,757,689	364,902,443
Edificaciones nuevas: tasas de crecimiento anual promedio (%)	1.6	1.92	1.15	2.3	3.4	1.96
Parque de edificaciones nuevas, representado como porcentaje del parque total en 2030	26%	38	25	36%	57	39
Tasa de renovación: porcentaje del parque total actual/tasa de crecimiento anual	–	0	2.9	–	2.8	2.7
Total parque inmobiliario afectado por actividades de renovación	–	0	5,770,515	–	76,414,932	290,245,650
Tasa de reacondicionamiento: porcentaje del parque total actual/tasa de crecimiento anual	–	3.25	3.25	–	3.25	3.25
Total parque inmobiliario afectado por actividades de reacondicionamiento	–	17,982,304	5,153,032	–	64,271,068	232,966,494
Total parque inmobiliario afectado por actividades de renovación y reacondicionamiento (porcentaje del mercado total actual)	–	71.5	91	–	91	91

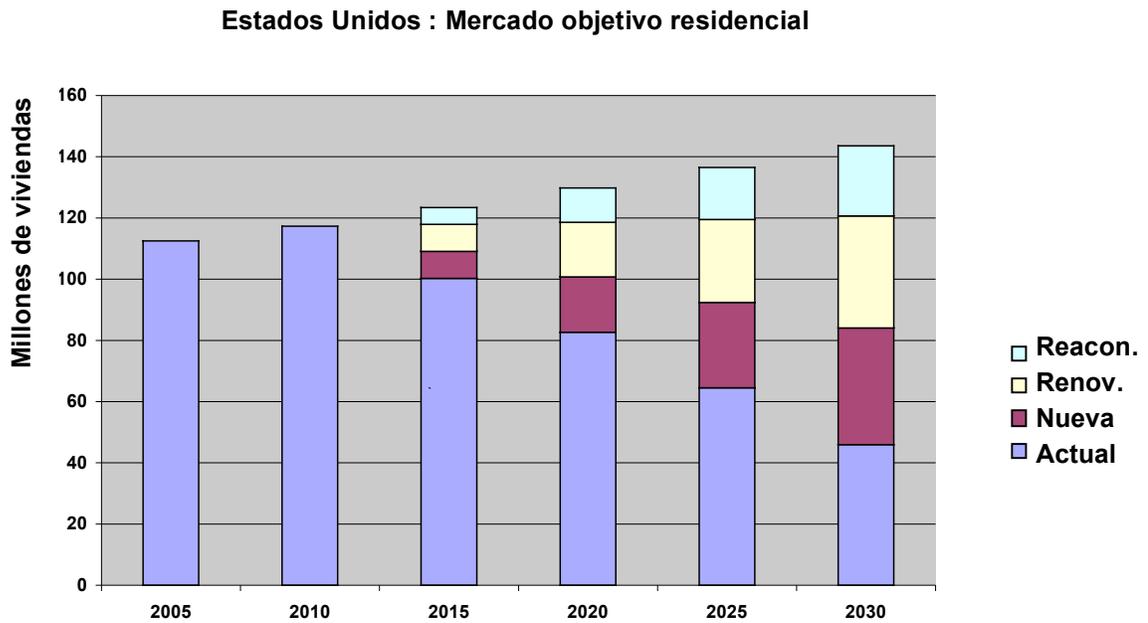
Gráfica 3.2: Mercado objetivo residencial de Canadá



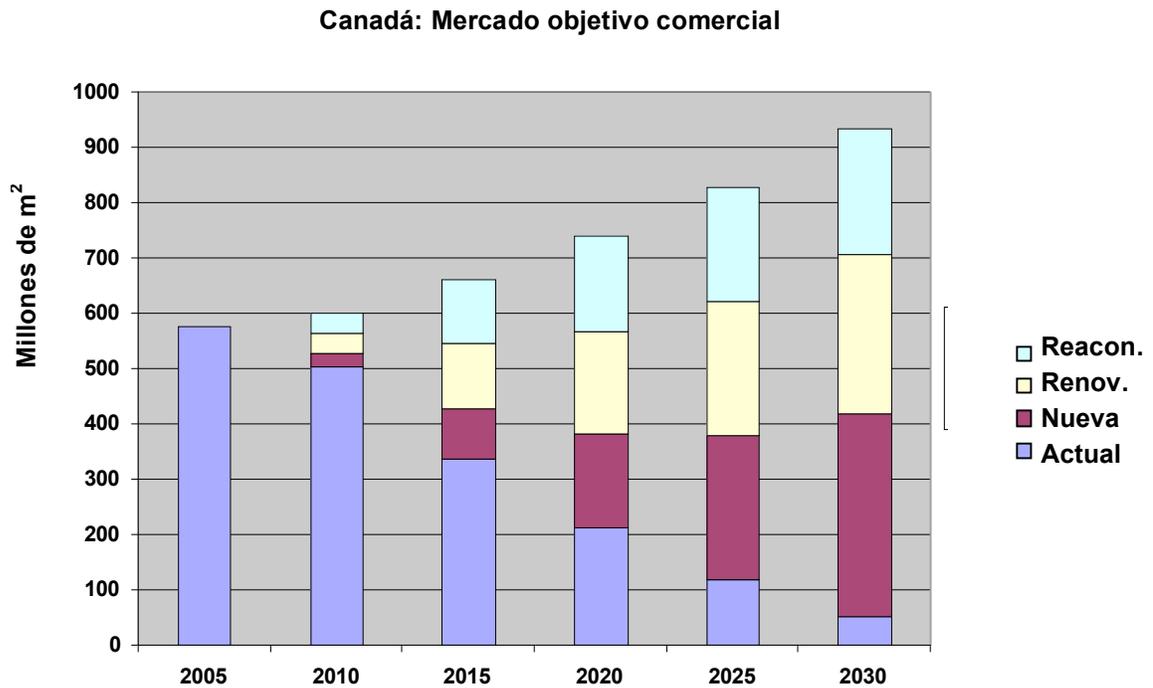
Gráfica 3.3: Mercado objetivo residencial de México



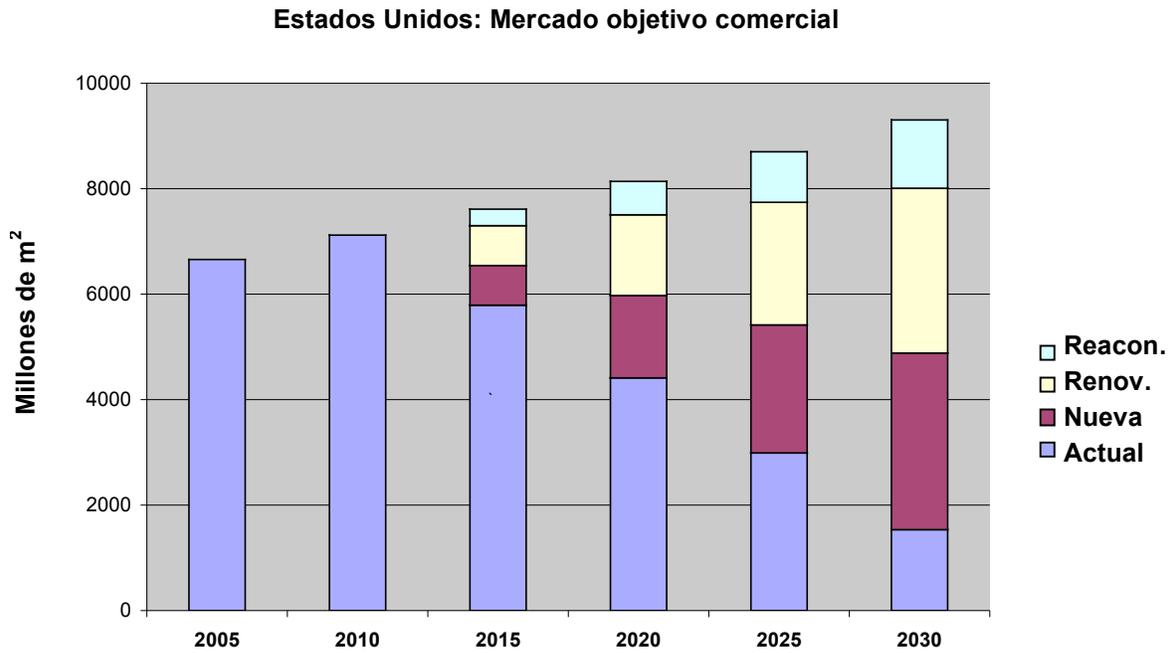
Gráfica 3.4: Mercado objetivo residencial de Estados Unidos



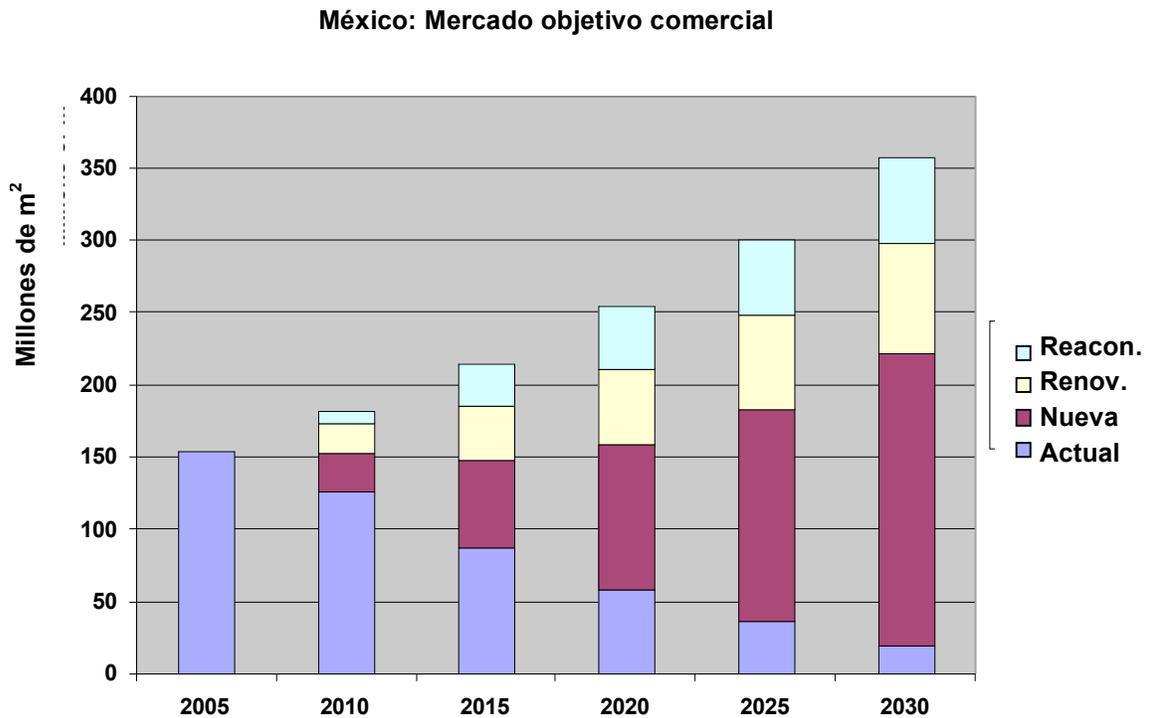
Gráfica 3.5: Mercado objetivo comercial de Canadá



Gráfica 3.6: Mercado objetivo comercial de Estados Unidos



Gráfica 3.7: Mercado objetivo comercial de México



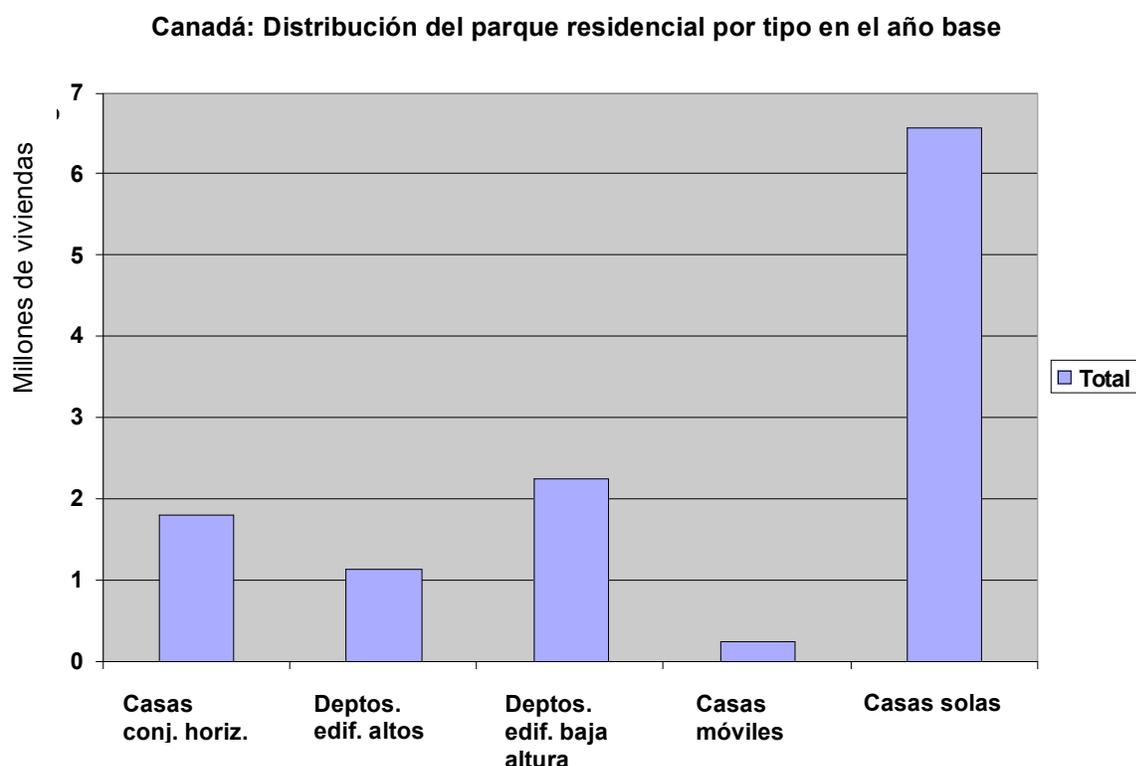
3.1.2 Mercados objetivo residencial y comercial en el año base y de edificaciones nuevas

Las gráficas 3.8 a 3.13 muestran el perfil de los mercados objetivo residenciales en el año base y de edificaciones nuevas. También se presentan las principales observaciones por cada uno de los tres países.

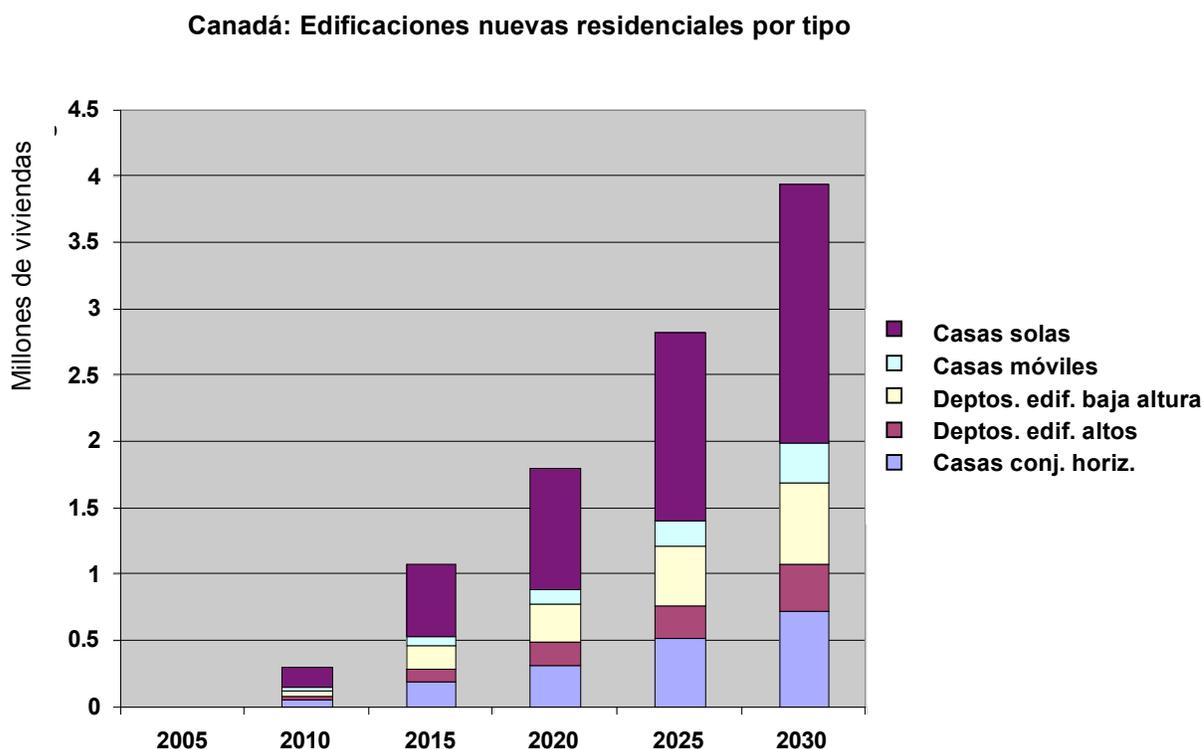
Canadá: residencial

- La gráfica 3.8 muestra el perfil del mercado canadiense en la línea base. En 2005, el parque habitacional canadiense constaba de casi 12 millones de viviendas, de las cuales aproximadamente 55 por ciento eran casas solas y 9.5 por ciento eran unidades en edificios multifamiliares de mediana a gran altura.
- La gráfica 3.9 muestra el perfil de las edificaciones nuevas proyectadas en el sector residencial canadiense por el periodo 2005-2030. Según las proyecciones, para 2030 habrá cerca de 16 millones de viviendas, de las cuales casi 25 por ciento serán parque de reciente construcción. También según las proyecciones, aproximadamente 53 por ciento del nuevo parque serán casas solas.

Gráfica 3.8: Distribución del parque residencial por tipo en el año base, en Canadá



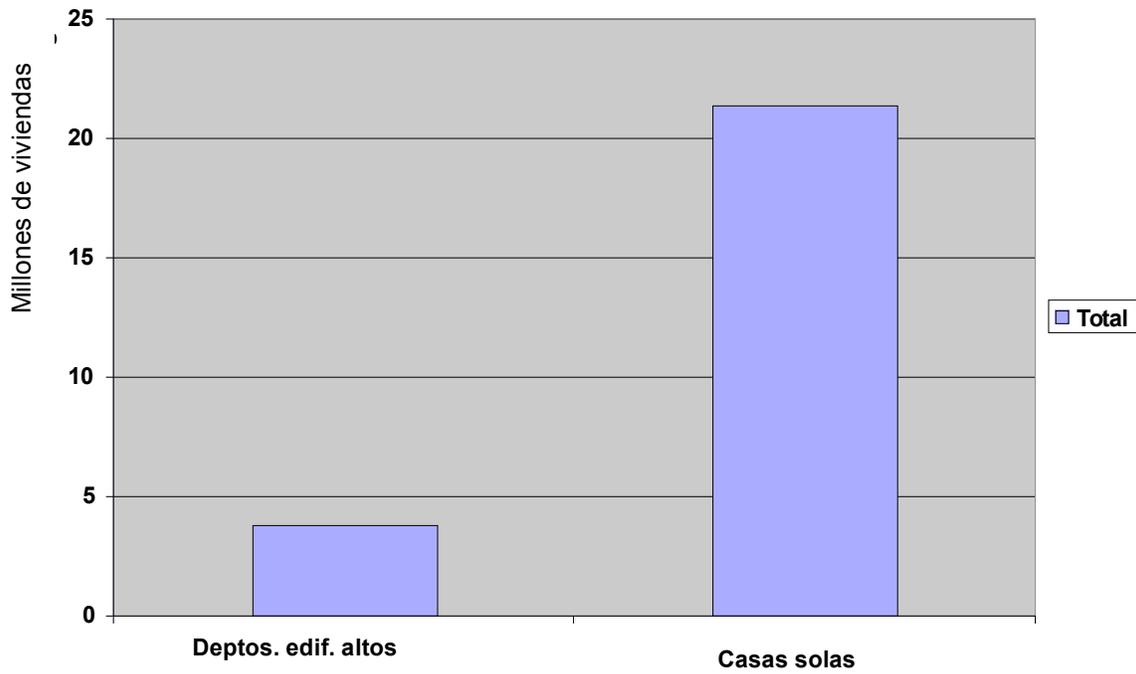
Gráfica 3.9: Edificaciones nuevas residenciales por tipo en Canadá

**México: residencial**

- La gráfica 3.10 muestra el perfil del mercado mexicano en la línea de base. En 2005, el mercado habitacional constaba de casi 25 millones de viviendas, de las cuales aproximadamente 85 por ciento eran casas solas y 15 por ciento eran unidades en edificios multifamiliares de mediana a gran altura.
- La gráfica 3.11 muestra el perfil de las edificaciones nuevas proyectadas en el sector residencial mexicano a 2030. Según las proyecciones, para 2030 habrá cerca de 40 millones de viviendas, de las cuales casi 38 por ciento serán parque de reciente construcción. También según las proyecciones, aproximadamente 41 por ciento del nuevo parque serán casas solas, lo que indica un cambio importante en los tipos de vivienda a una forma de desarrollo más densa.

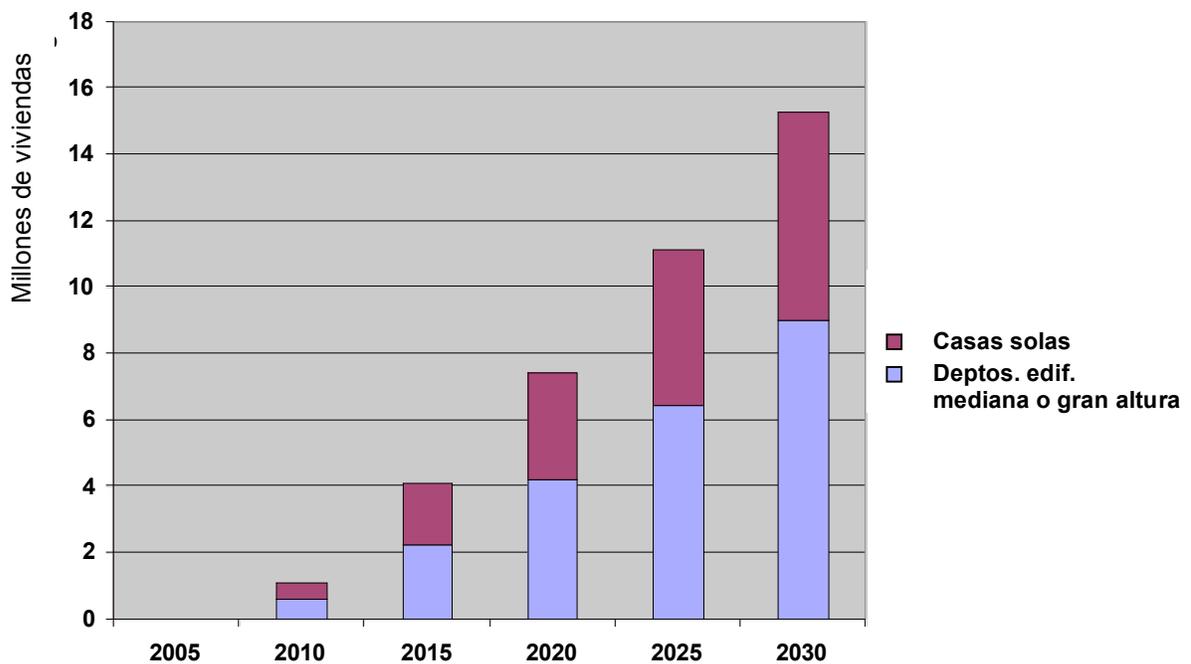
Gráfica 3.10: Distribución del parque residencial por tipo en el año base en México

México: Distribución del parque residencial por tipo en el año base



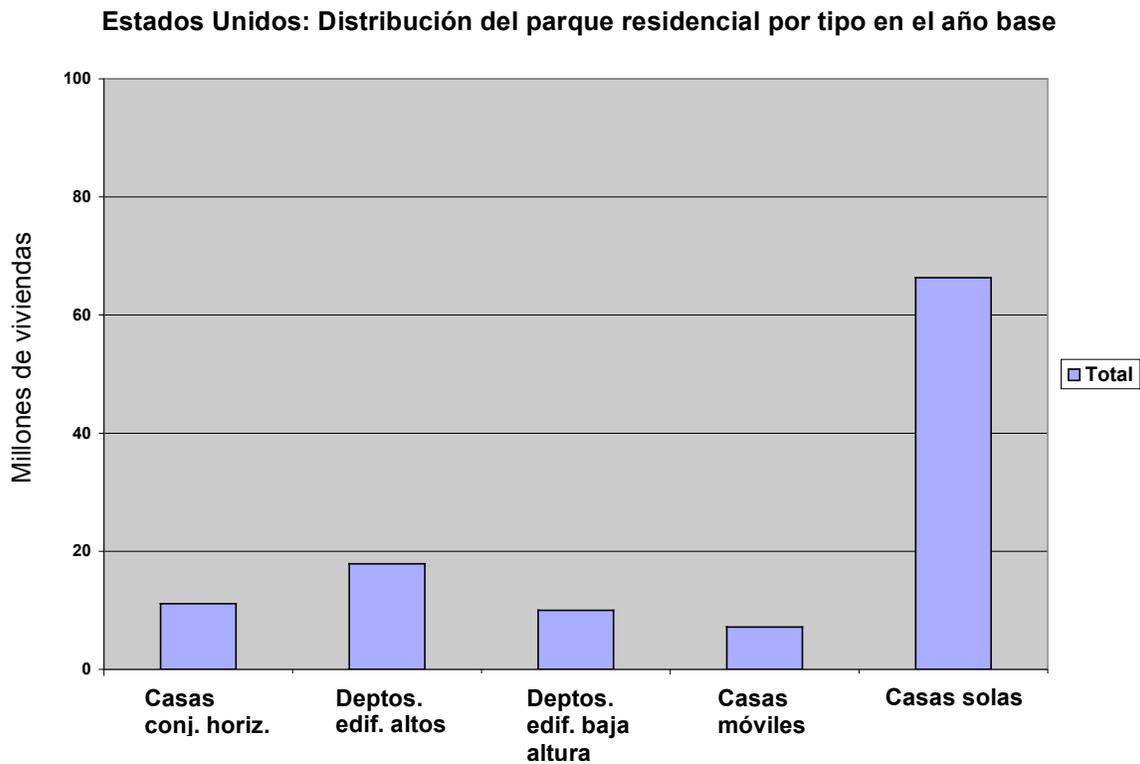
Gráfica 3.11: Edificaciones nuevas residenciales por tipo en México

México: Edificaciones nuevas residenciales por tipo

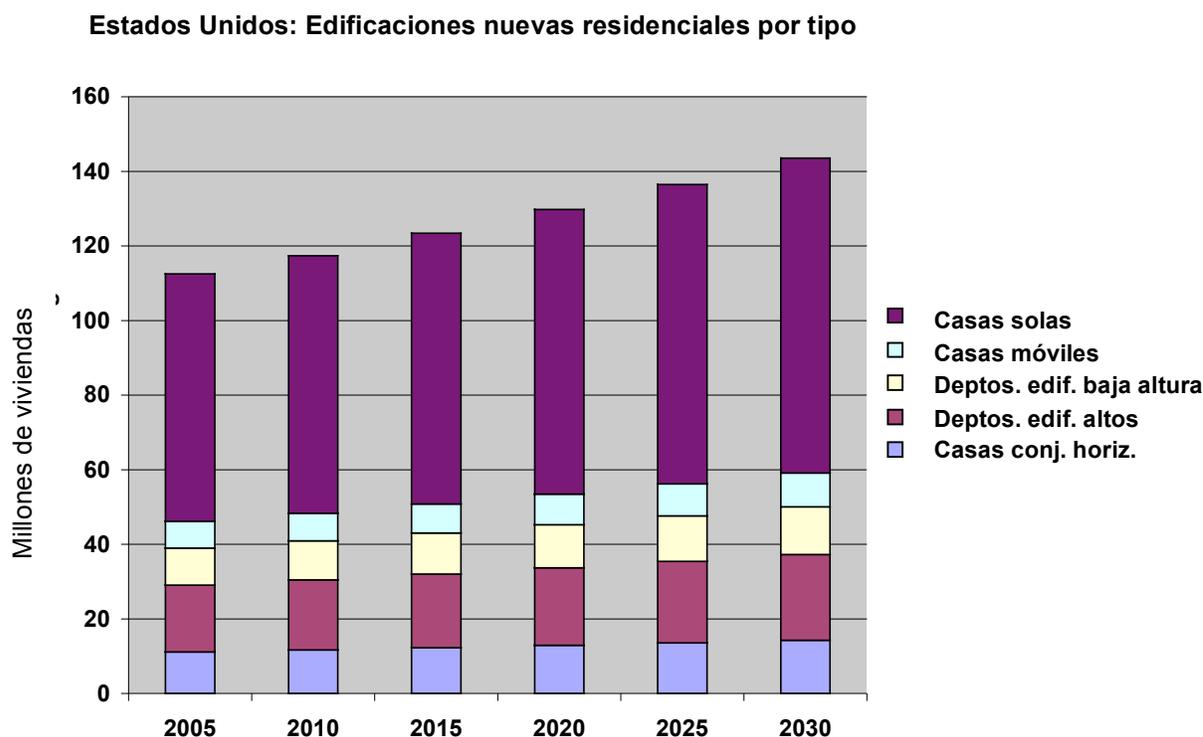


Estados Unidos: residencial

- La gráfica 3.12 muestra el perfil del mercado estadounidense en la línea de base. En 2005, el parque habitacional estadounidense constaba de casi 112 millones de viviendas, de las cuales aproximadamente 59 por ciento eran casas solas y 16 por ciento eran unidades en edificios multifamiliares de mediana a gran altura.
- La gráfica 3.13 muestra el perfil de las edificaciones nuevas proyectadas en el sector residencial estadounidense por el periodo 2005-2030. Según las proyecciones, para 2030 habrá cerca de 144 millones de viviendas, de las cuales casi 26 por ciento será parque de reciente construcción. También según las proyecciones, aproximadamente 59 por ciento del nuevo parque serán casas solas.

Gráfica 3.12: Distribución del parque residencial por tipo en el año base en Estados Unidos

Gráfica 3.13: Edificaciones nuevas residenciales por tipo en Estados Unidos



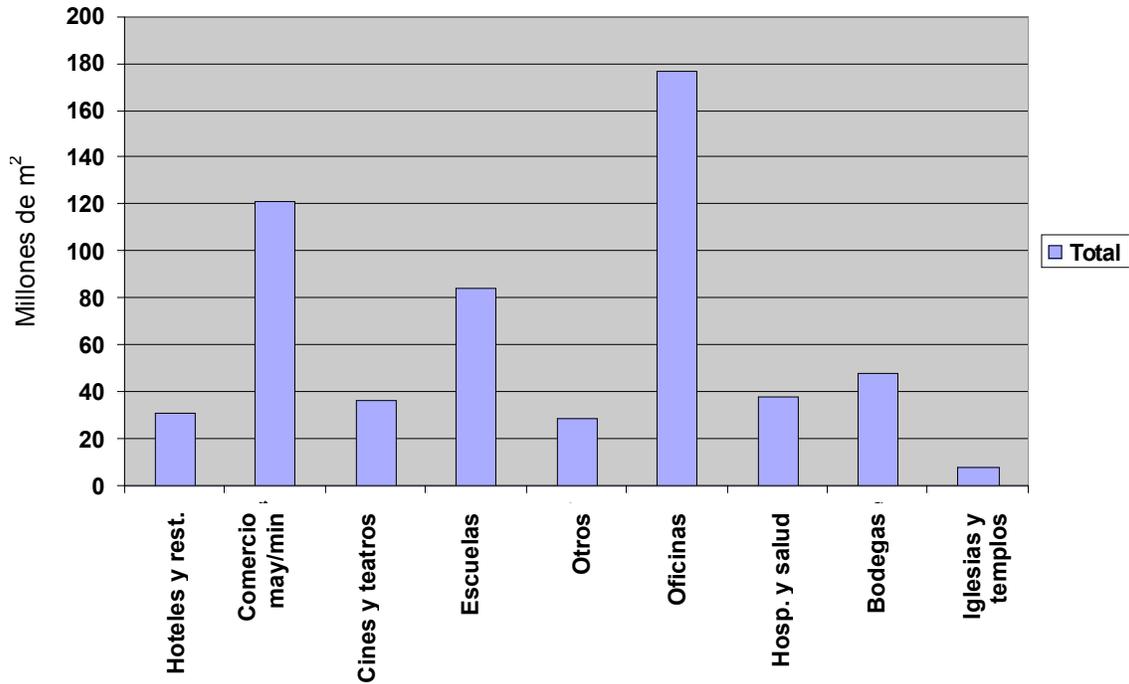
Las gráficas 3.14 a 3.19 muestran el perfil de los mercados objetivo comerciales en el año base y de edificaciones nuevas. También se presentan las principales observaciones por cada uno de los tres países.

Canadá: comercial

- La gráfica 3.14 muestra el perfil del mercado canadiense en la línea de base por tipo de edificación. En 2005, el parque comercial canadiense constaba de casi 575 millones de metros cuadrados de superficie. Según se puede apreciar, el mercado comercial es bastante difuso; sin embargo, dos segmentos —oficinas y comercio mayorista y minorista— abarcan 318 millones de metros cuadrados de superficie, o 55 por ciento del parque total en el año de base.
- La gráfica 3.15 muestra el perfil del parque proyectado de edificaciones comerciales nuevas en Canadá. Según las proyecciones, para 2030 el parque alcanzará cerca de 933 millones de metros cuadrados de superficie, de los cuales casi 39 por ciento serán parque de reciente construcción. También según las proyecciones, aproximadamente 75 por ciento del nuevo parque lo ocuparán los segmentos de oficinas y comercio mayorista y minorista.

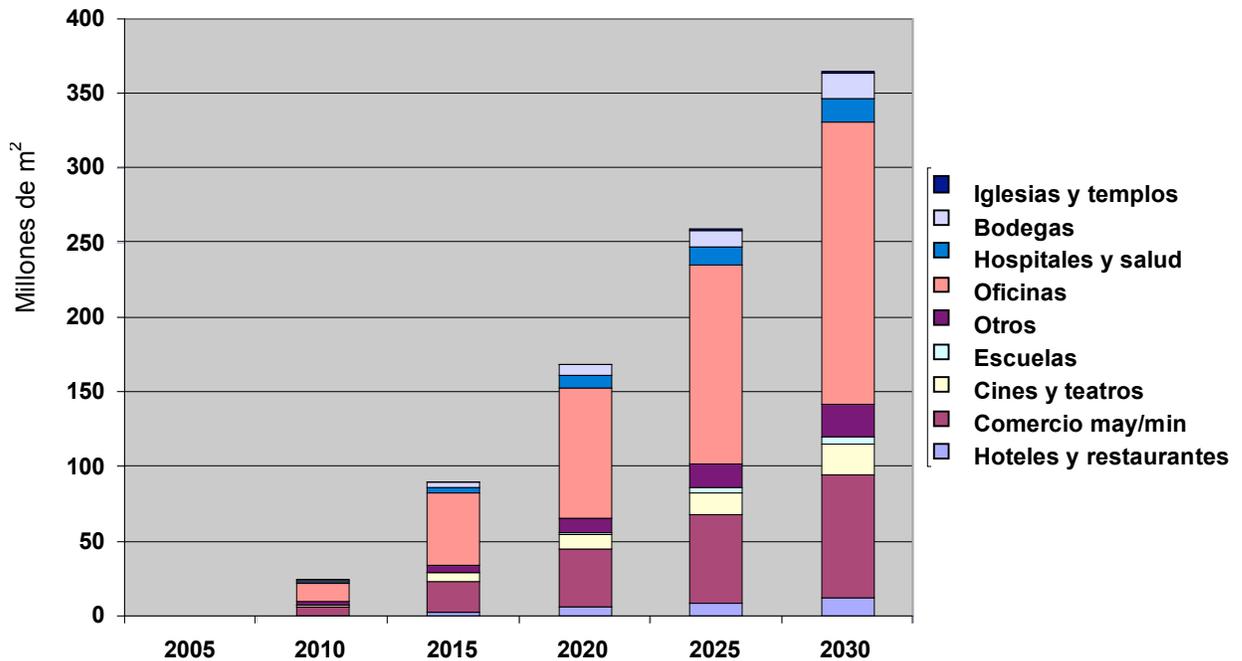
Gráfica 3.14: Distribución del parque comercial por tipo en el año base en Canadá

Canadá: Distribución del parque comercial por tipo en el año base



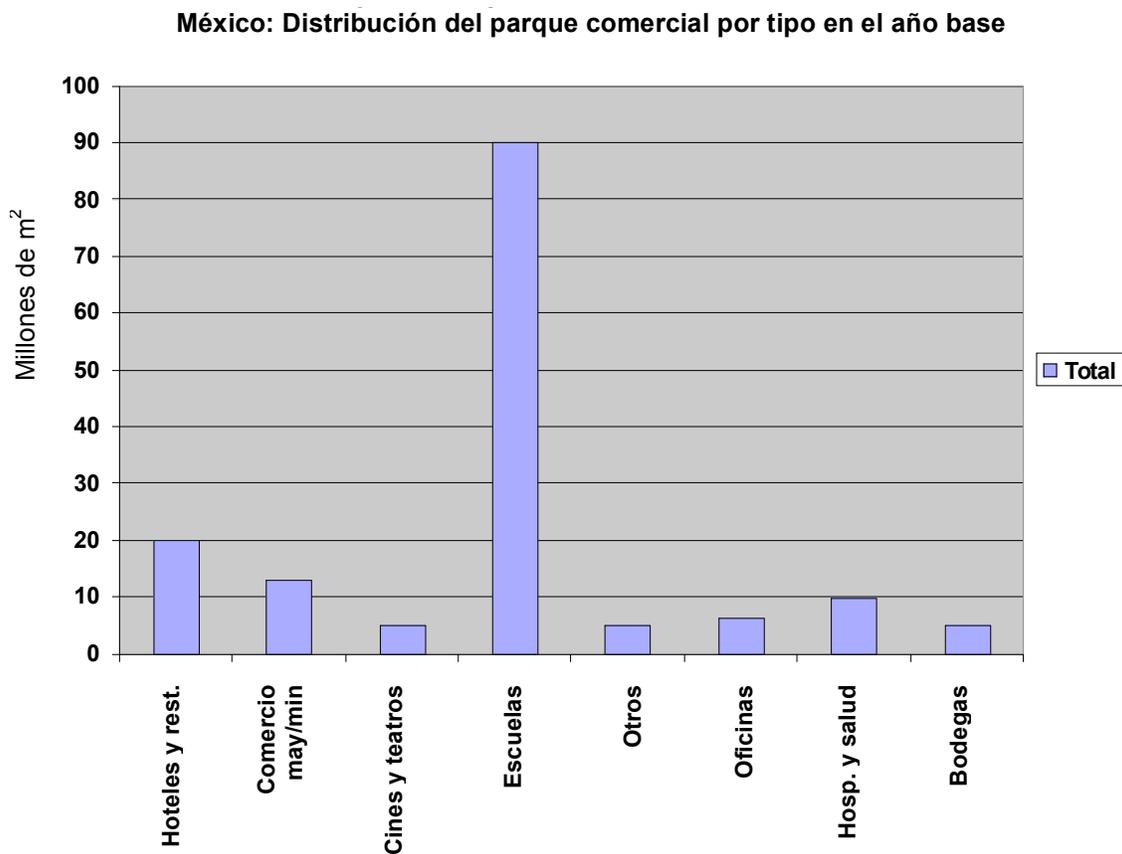
Gráfica 3.15: Edificaciones nuevas comerciales por tipo en Canadá

Canadá: Edificaciones nuevas comerciales por tipo

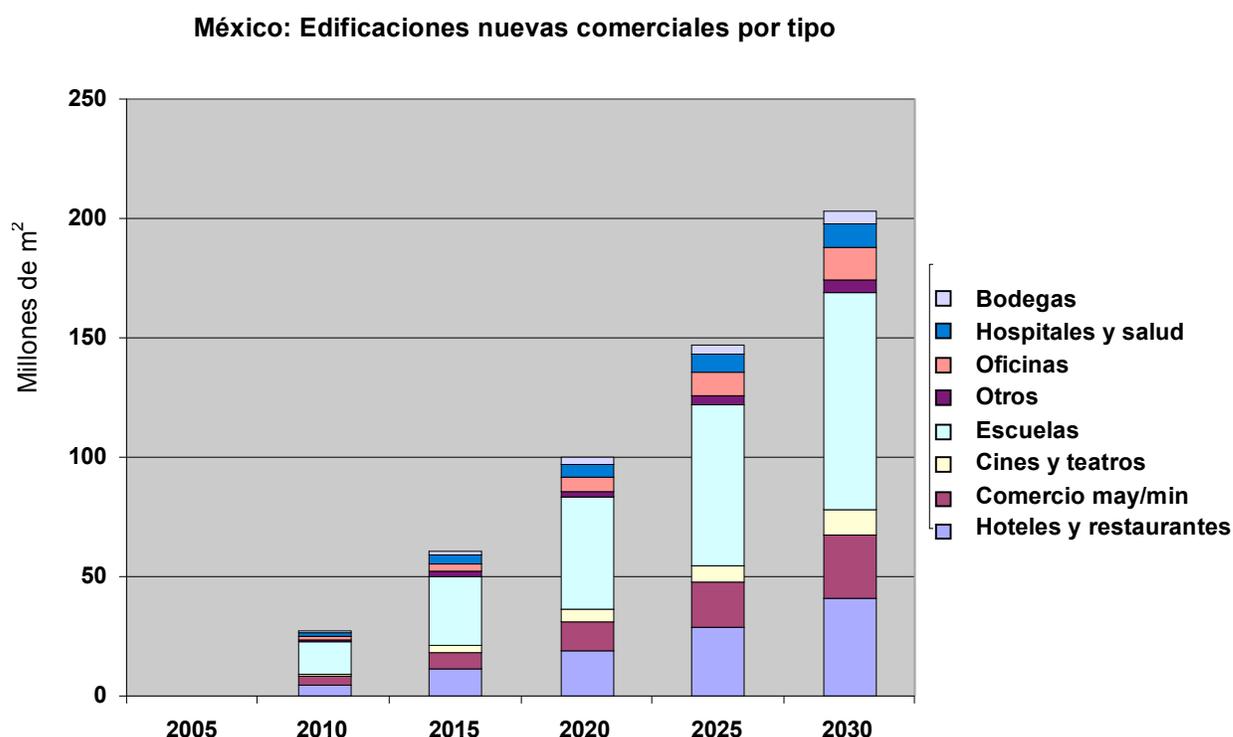


México: comercial

- La gráfica 3.16 muestra el perfil del mercado mexicano en la línea de base por tipo de edificación. En 2005, el parque comercial mexicano constaba de casi 154 millones de metros cuadrados de superficie. Según se puede apreciar, el mercado comercial es bastante difuso; sin embargo, tres segmentos —escuelas, hoteles y restaurantes y comercio mayorista y minorista— abarcan casi 80 por ciento del parque total en el año base.
- La gráfica 3.17 muestra el perfil del parque proyectado de edificaciones comerciales nuevas en México. Según las proyecciones, para 2030 el parque alcanzará cerca de 357 millones de metros cuadrados de superficie, de los cuales casi 57 por ciento serán parque de reciente construcción. También según las proyecciones, aproximadamente 78 por ciento del nuevo parque lo ocuparán los segmentos escuelas, hoteles y restaurantes y comercio mayorista y minorista.

Gráfica 3.16: Distribución del parque comercial por tipo en el año base en México

Gráfica 3.17: Edificaciones nuevas comerciales por tipo en México

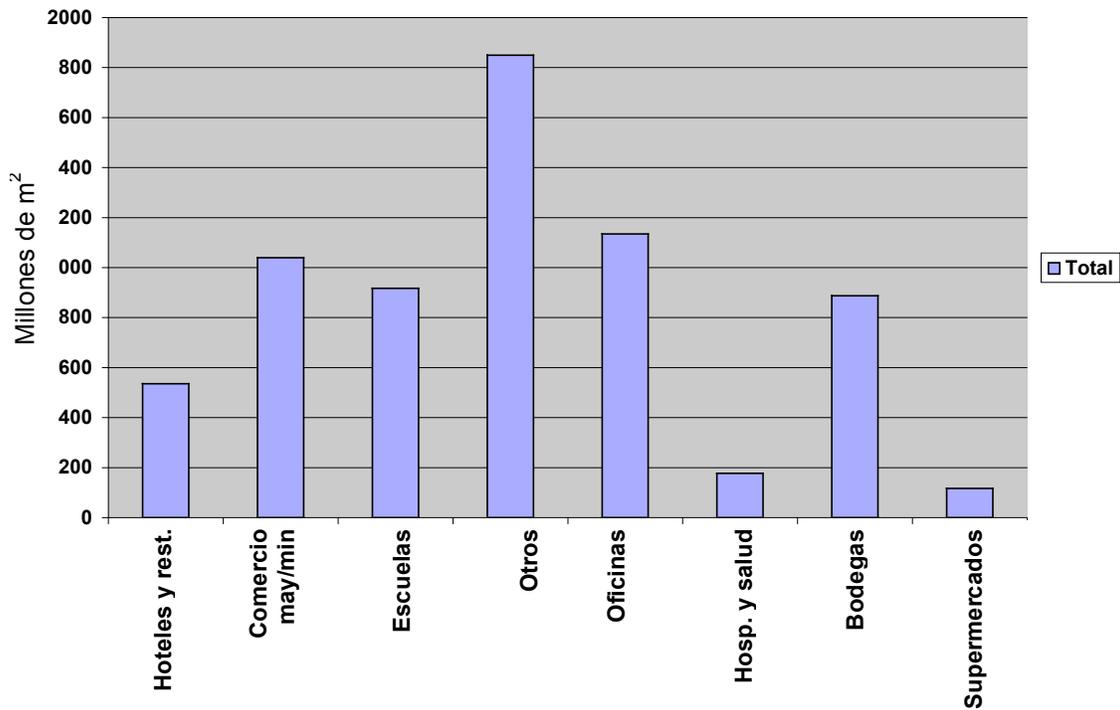


Estados Unidos: comercial

- La gráfica 3.18 muestra el perfil del mercado estadounidense en la línea base por tipo de edificación. En 2005, el parque comercial estadounidense constaba de casi 6,660 millones de metros cuadrados de superficie. Según se puede apreciar, el mercado comercial es bastante difuso; sin embargo, dos segmentos —oficinas y comercio mayorista y minorista— abarcan 2,000 millones de metros cuadrados de superficie, o 33 por ciento del parque total en el año de base.
- La gráfica 3.19 muestra el perfil del parque proyectado de edificaciones comerciales nuevas en Estados Unidos. Según las proyecciones, para 2030 el parque alcanzará cerca de 9,300 millones de metros cuadrados de superficie, de los cuales casi 36 por ciento serán parque de reciente construcción. También según las proyecciones, aproximadamente 33 por ciento del nuevo parque lo ocuparán los segmentos de oficinas y comercio mayorista y minorista.

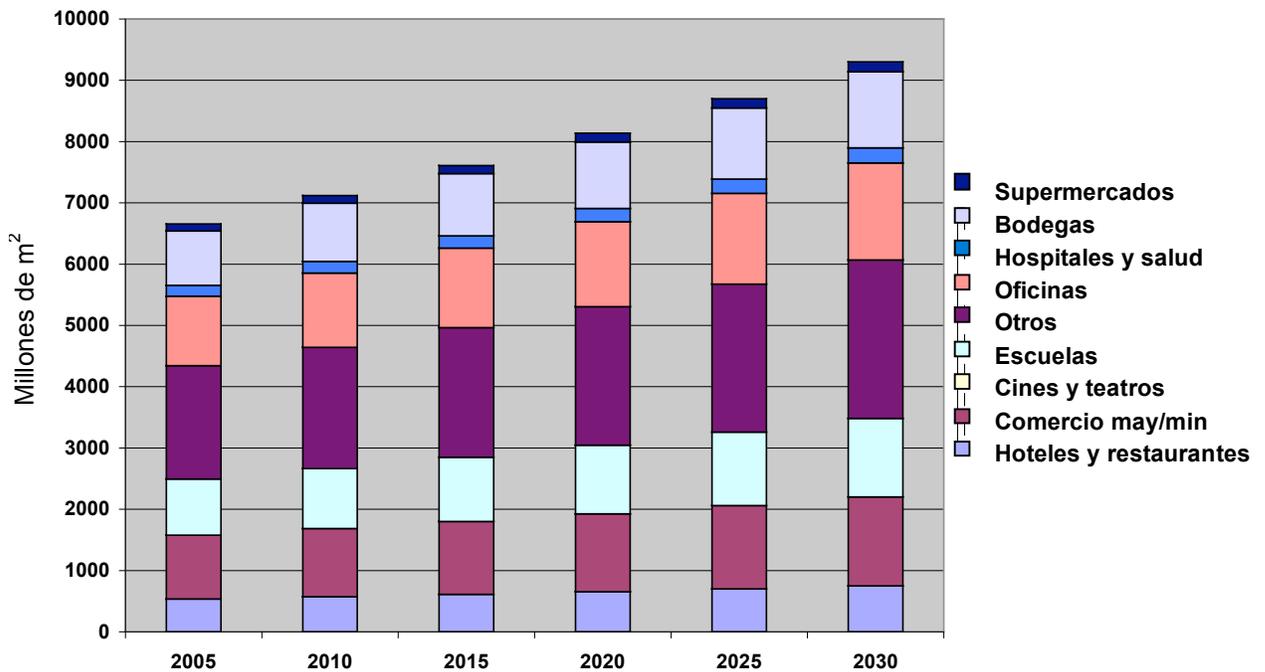
Gráfica 3.18: Distribución del parque comercial por tipo en el año base en Estados Unidos

Estados Unidos: Distribución del parque comercial por tipo en el año base



Gráfica 3.19: Edificaciones nuevas comerciales por tipo en Estados Unidos

Estados Unidos: Edificaciones nuevas comerciales por tipo



3.1.3 Mercado afectado por renovaciones mayores

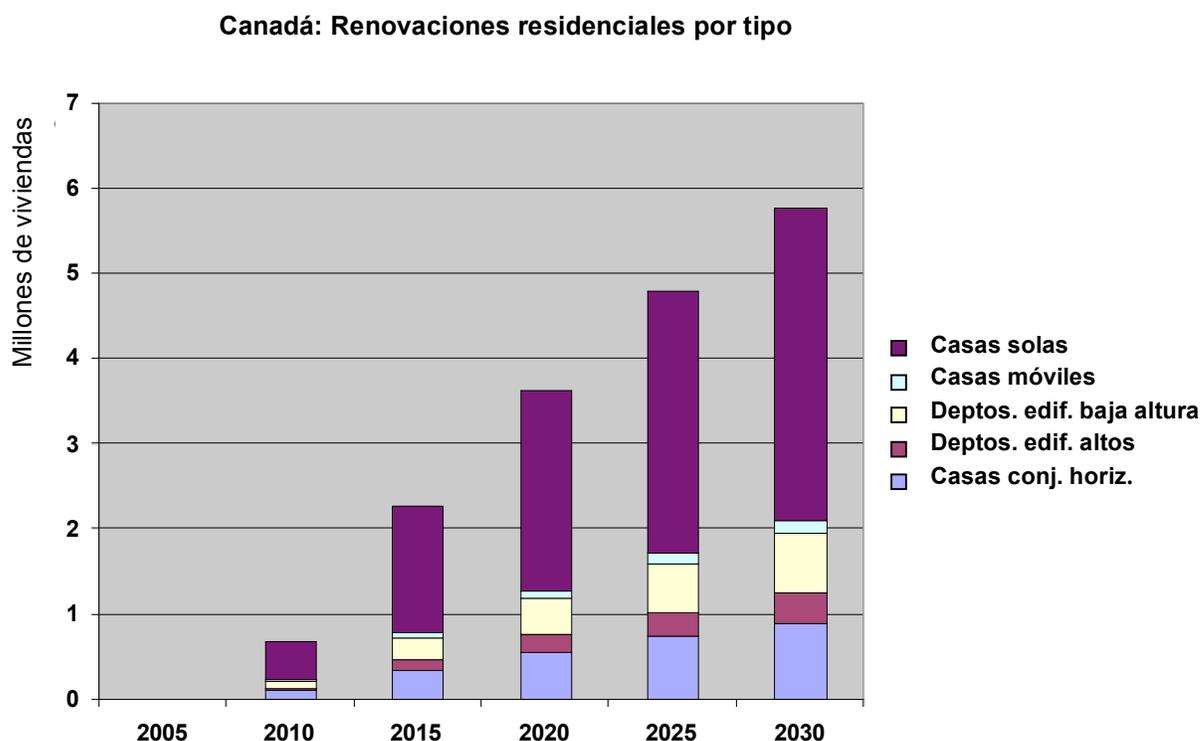
En este apartado se describe qué parte del parque inmobiliario actual acusará los efectos de renovaciones para alcanzar grandes mejoras de eficiencia energética, de acuerdo con el escenario de una ecología profunda. Como ya se hizo notar, se supone que la actividad de renovación proyectada se llevará a cabo a una tasa congruente con las tendencias históricas.

Los resultados se dividieron por tipo de edificación y por cada país¹⁰ y profundizamos en ellos de la siguiente manera:

Canadá

- Para 2030, aproximadamente 49 por ciento del parque residencial actual habrá sido afectado por actividades de eficiencia energética asociadas con renovaciones mayores, lo que equivale a casi 5.7 millones de viviendas, la mayoría de las cuales (64 por ciento) son casas solas. La gráfica 3.20 muestra el perfil de este mercado.
- Para 2030, aproximadamente 51 por ciento del parque comercial actual habrá sido afectado por actividades de eficiencia energética asociadas con renovaciones mayores, lo que equivale a casi 290 millones de metros cuadrados de superficie, que en su mayor parte (70 por ciento) estarán ocupados por edificios de oficinas, comercios mayoristas y minoristas y escuelas. La gráfica 3.21 muestra el perfil de este mercado.

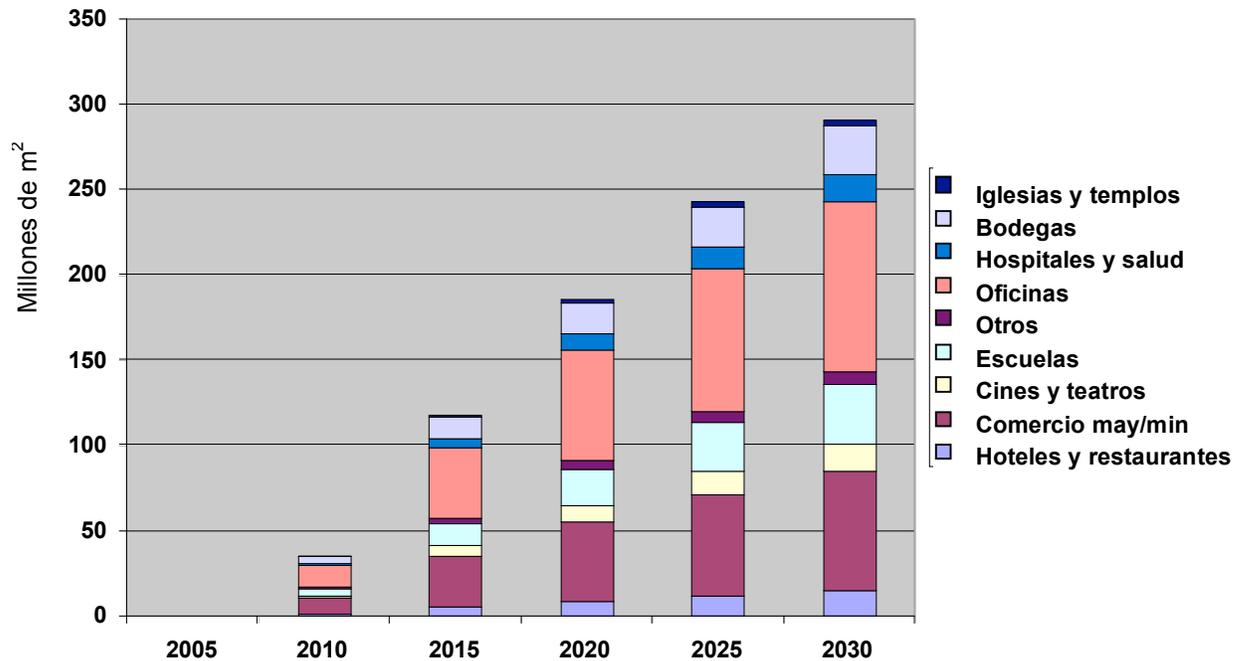
Gráfica 3.20: Renovaciones residenciales por tipo en Canadá



¹⁰ El mercado residencial mexicano no contiene supuestos de renovaciones energéticas, por las causas señaladas en el apartado 2.

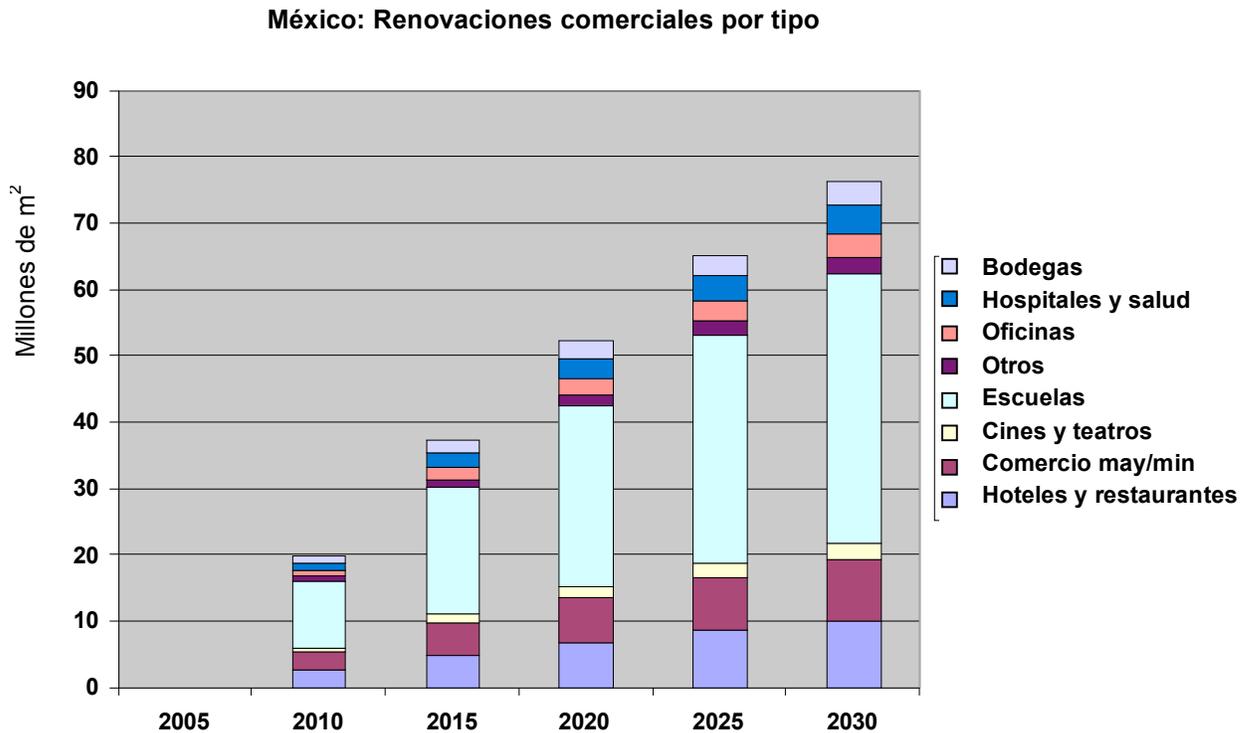
Gráfica 3.21: Renovaciones comerciales por tipo en Canadá

Canadá: Renovaciones comerciales por tipo

*México*

- Para 2030, aproximadamente 49 por ciento del parque comercial actual habrá sido afectado por actividades de eficiencia energética asociadas con renovaciones mayores, lo que equivale a casi 76 millones de metros cuadrados de superficie, que en su mayor parte (78 por ciento) estarán ocupados por escuelas, hoteles y restaurantes y comercios mayoristas y minoristas. La gráfica 3.22 muestra el perfil de este mercado.

Gráfica 3.22: Renovaciones comerciales por tipo en México

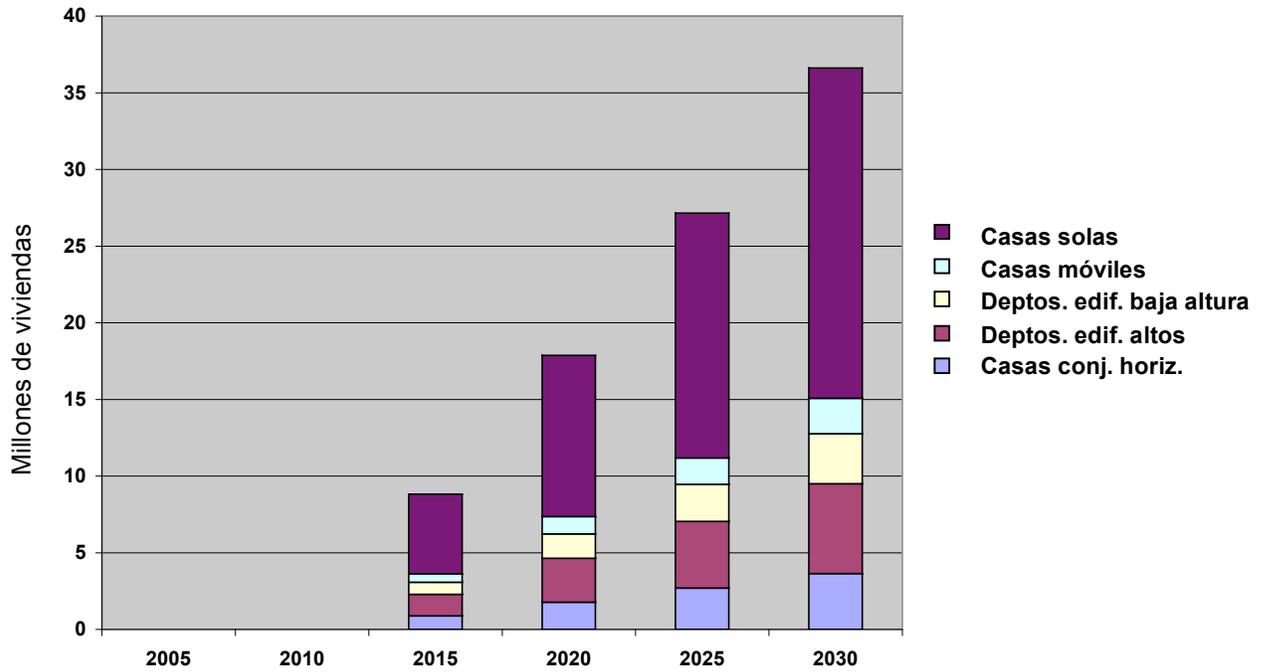


Estados Unidos

- Para 2030, aproximadamente 26 por ciento del parque residencial actual habrá sido afectado por actividades de eficiencia energética asociadas con renovaciones mayores, lo que equivale a casi 37 millones de viviendas, la mayoría de las cuales (59 por ciento) son casas solas. La gráfica 3.23 muestra el perfil de este mercado.
- Para 2030, aproximadamente 47 por ciento del parque comercial actual habrá sido afectado por actividades de eficiencia energética asociadas con renovaciones mayores, lo que equivale a casi 3,300 millones de metros cuadrados de superficie, de los cuales 46 por ciento estará ocupado por comercios mayoristas y minoristas, edificios de oficinas y escuelas. La gráfica 3.24 muestra el perfil de este mercado.

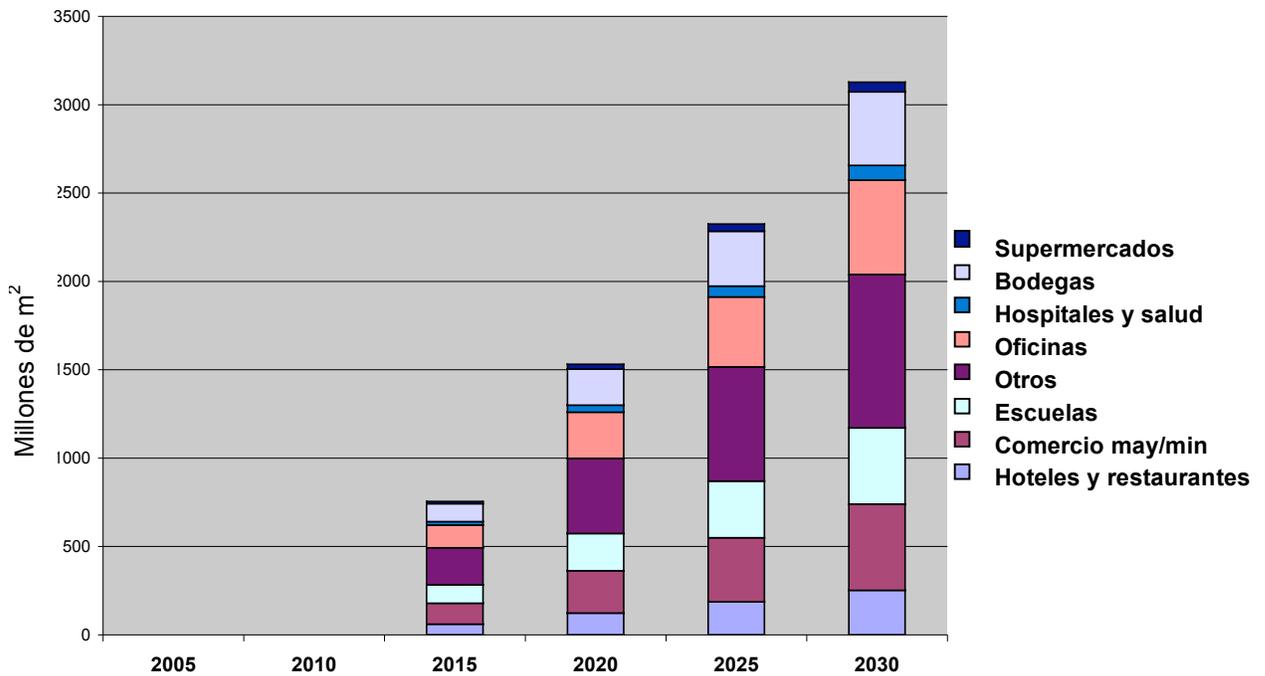
Gráfica 3.23: Renovaciones residenciales por tipo en Estados Unidos

Estados Unidos: Renovaciones residenciales por tipo



Gráfica 3.24: Renovaciones comerciales por tipo en Estados Unidos

Estados Unidos: Renovaciones comerciales por tipo



3.1.4 Mercado afectado por reacondicionamientos energéticos

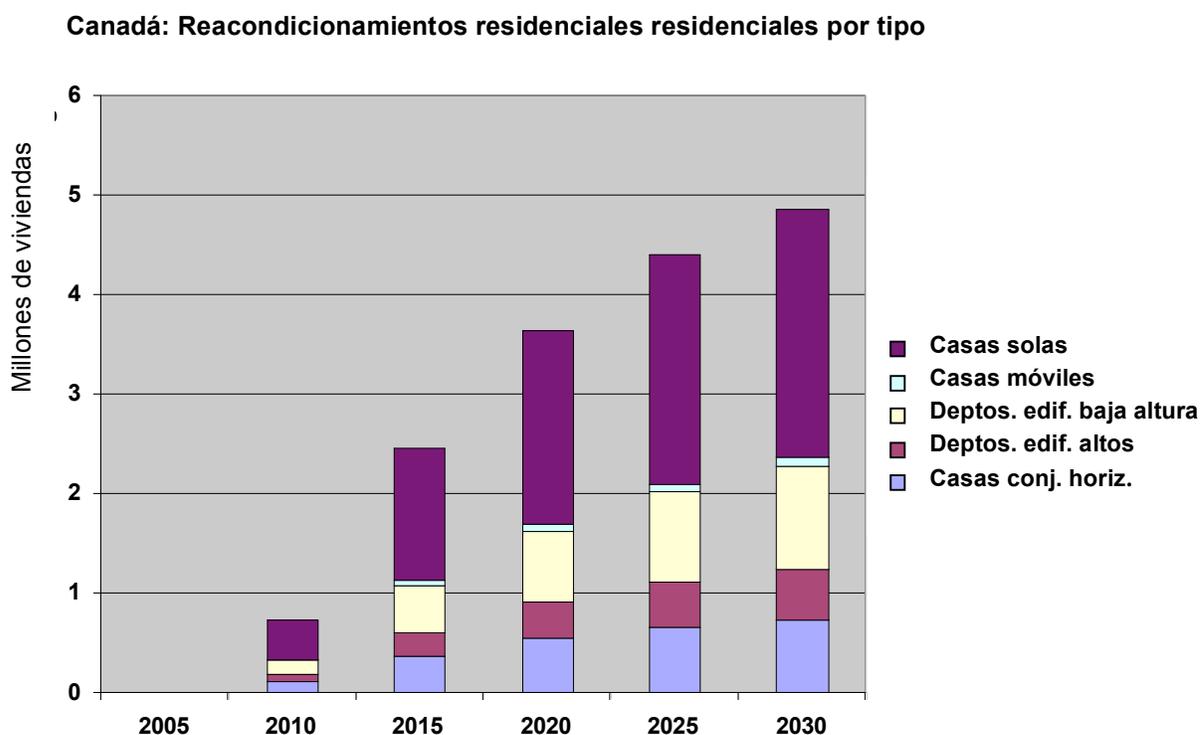
En este apartado se describe la parte del parque inmobiliario actual que resultará afectado por actividades de reacondicionamiento energético, de acuerdo con el escenario de una ecología profunda. Como ya se hizo notar, el parque afectado se calculó con el objetivo de incluir prácticamente la totalidad del parque inmobiliario existente (no afectado por renovaciones) para 2030.

Los resultados se dividieron por tipo de edificación y por país y profundizamos en ellos de la siguiente manera:

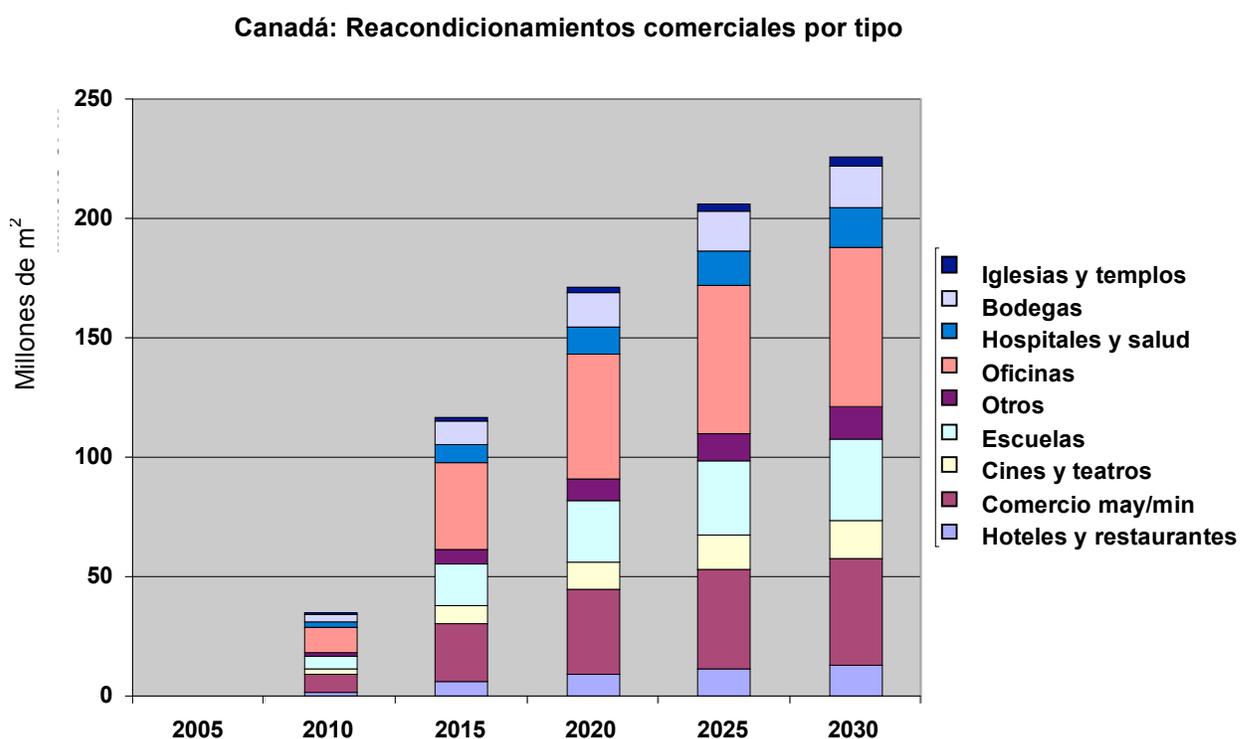
Canadá

- Para 2030, aproximadamente 41 por ciento del parque residencial actual habrá sido afectado por actividades de eficiencia energética asociadas con trabajos de reacondicionamiento, lo que equivale a casi 4.9 millones de viviendas, la mitad de las cuales (50 por ciento) son casas solas. La gráfica 3.25 muestra el perfil de este mercado.
- Para 2030, aproximadamente 40 por ciento del parque comercial actual habrá sido afectado por actividades de eficiencia energética asociadas con trabajos de reacondicionamiento, lo que equivale a casi 225 millones de metros cuadrados de superficie, que en su mayor parte (65 por ciento) estarán ocupados por edificios de oficinas, comercios mayoristas y minoristas y escuelas. La gráfica 3.26 muestra el perfil de este mercado.

Gráfica 3.25: Reacondicionamientos residenciales por tipo en Canadá



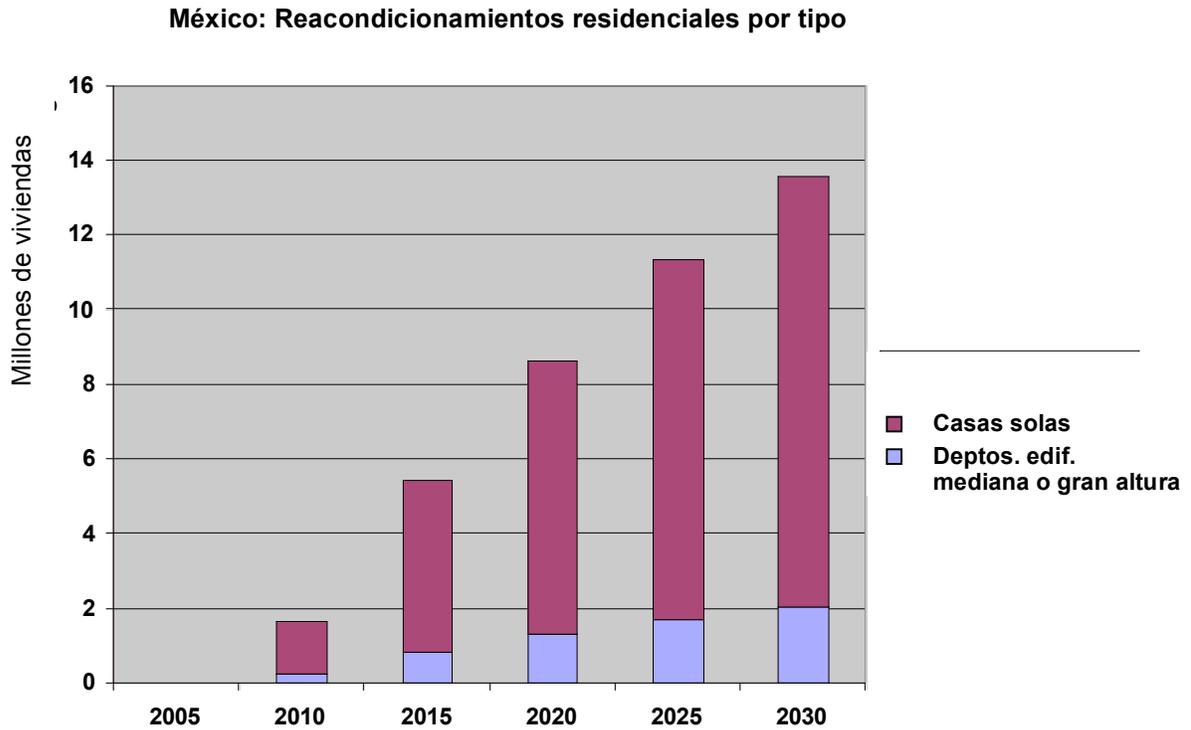
Gráfica 3.26: Reacondicionamientos comerciales por tipo en Canadá



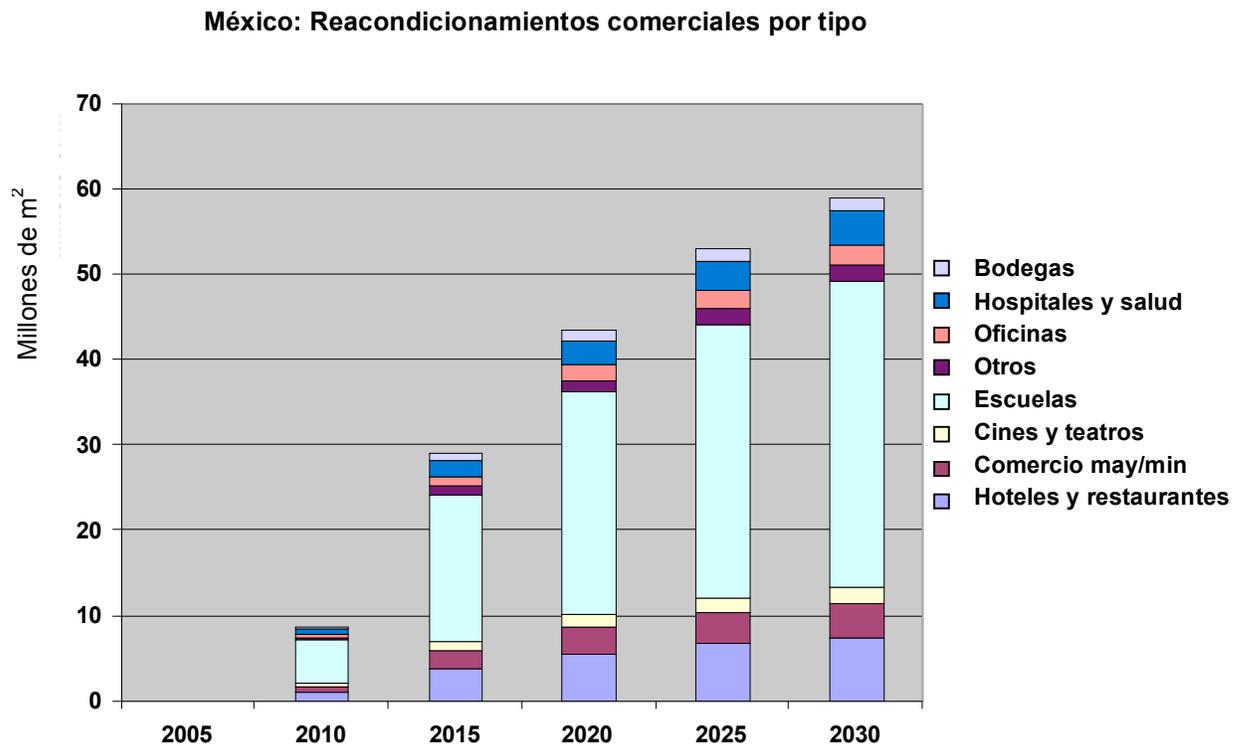
México

- Para 2030, aproximadamente 54 por ciento del parque residencial actual habrá sido afectado por actividades de eficiencia energética asociadas con trabajos de reacondicionamiento, lo que equivale a casi 13.6 millones de viviendas, la mayoría de las cuales (85 por ciento) son casas solas. La gráfica 3.27 muestra el perfil de este mercado.
- Para 2030, aproximadamente 38 por ciento del parque comercial actual habrá sido afectado por actividades de eficiencia energética asociadas con trabajos de reacondicionamiento, lo que equivale a casi 59 millones de metros cuadrados de superficie, que en su mayor parte (75 por ciento) estarán ocupados por escuelas, hoteles y restaurantes y comercios mayoristas y minoristas. La gráfica 3.28 muestra el perfil de este mercado.

Gráfica 3.27: Reacondicionamientos residenciales por tipo en México

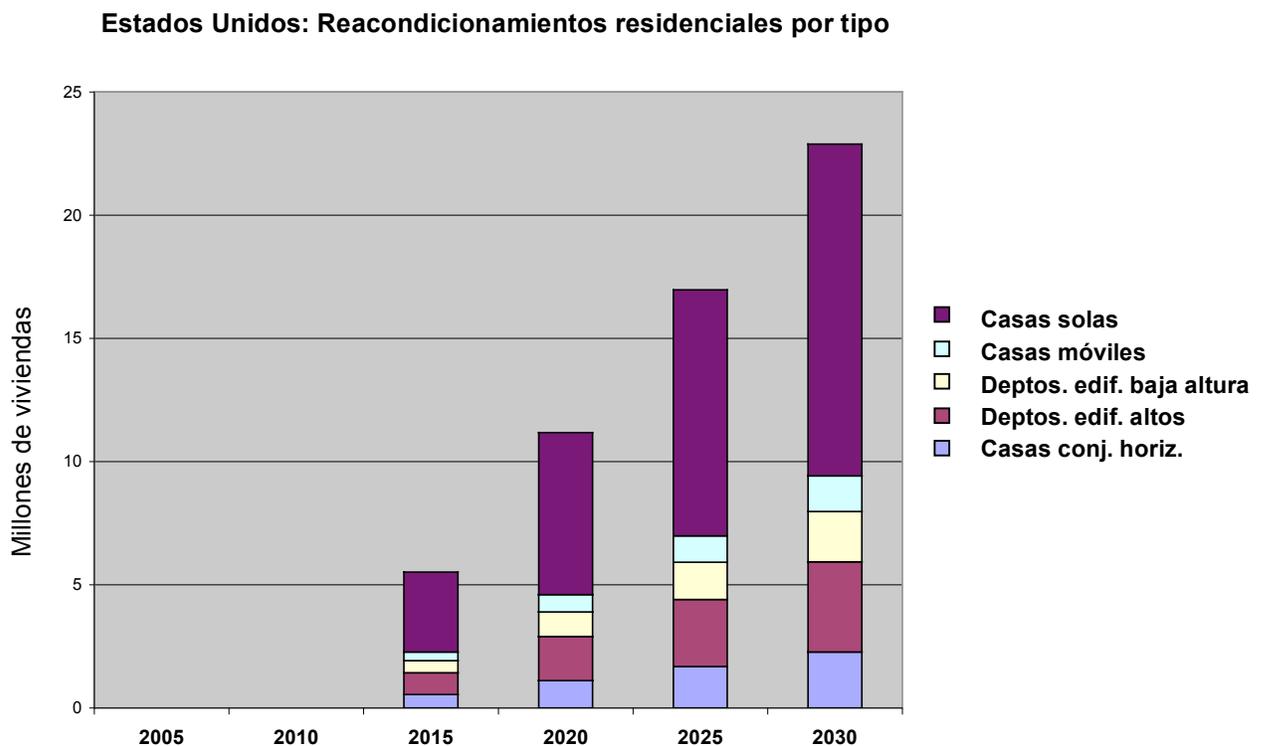


Gráfica 3.28: Reacondicionamientos comerciales por tipo en México

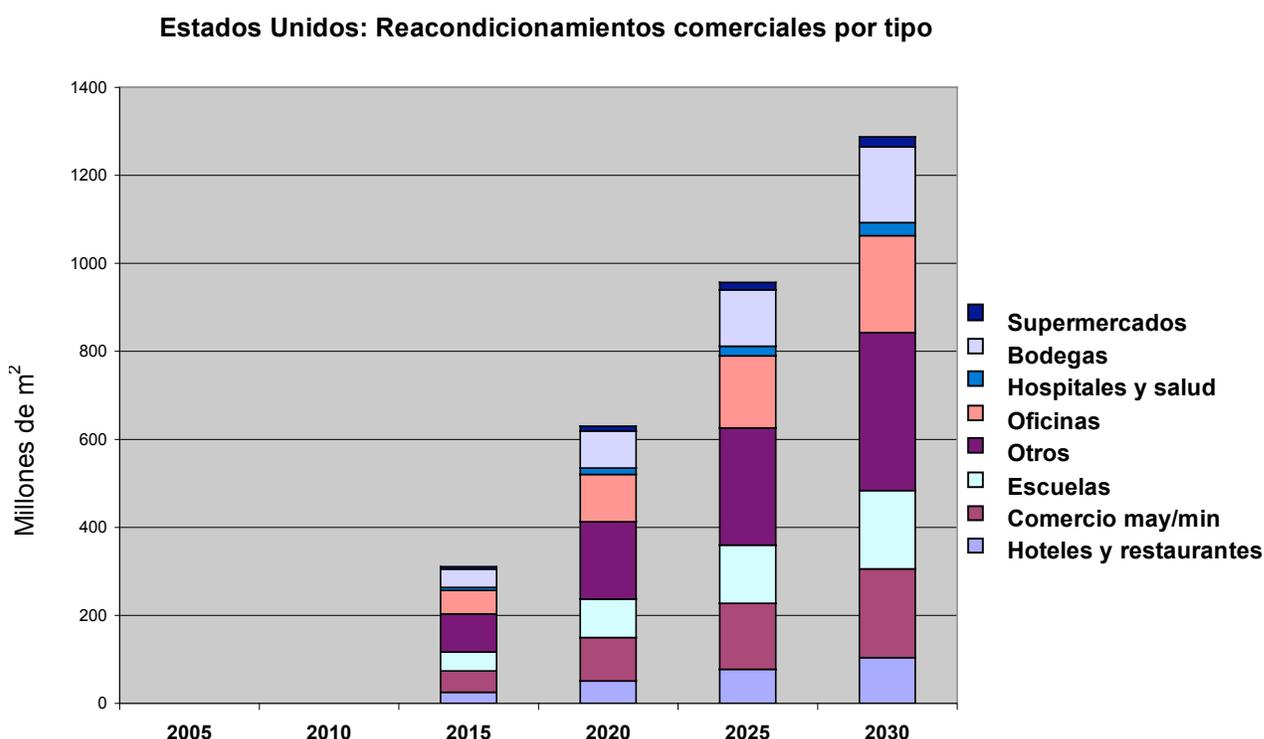


Estados Unidos

- Para 2030, aproximadamente 16 por ciento del parque residencial actual habrá sido afectado por actividades de eficiencia energética asociadas con trabajos de reacondicionamiento, lo que equivale a casi 22.9 millones de viviendas, la mayoría de las cuales (59 por ciento) son casas solas. La gráfica 3.29 muestra el perfil de este mercado.
- Para 2030, aproximadamente 14 por ciento del parque comercial actual habrá sido afectado por actividades de eficiencia energética asociadas con trabajos de reacondicionamiento, lo que equivale a casi 1,290 millones de metros cuadrados de superficie, de los cuales 47 por ciento estarán ocupados por edificios de oficinas, comercios mayoristas y minoristas y escuelas. La gráfica 3.30 muestra el perfil de este mercado.

Gráfica 3.29: Reacondicionamientos residenciales por tipo en Estados Unidos

Gráfica 3.30: Reacondicionamientos comerciales por tipo en Estados Unidos



3.2 Ahorro de energía e impacto de la reducción de GEI

Este apartado presenta el ahorro de energía general y el impacto de la reducción de GEI en el escenario de una ecología profunda.

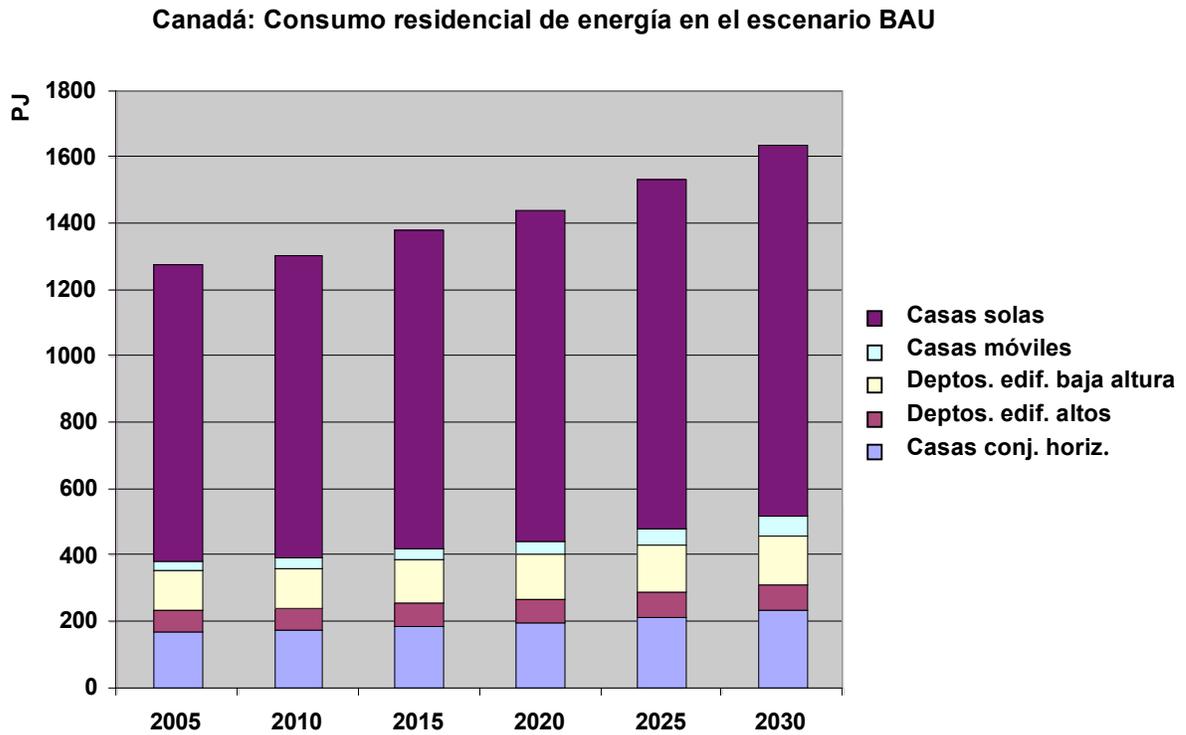
3.2.1 Consumo de energía y emisiones de GEI en el escenario BAU

Como punto de referencia, comenzamos con las proyecciones de energía tendenciales (BAU), como se ilustra a continuación. Los resultados se presentan de la siguiente manera:

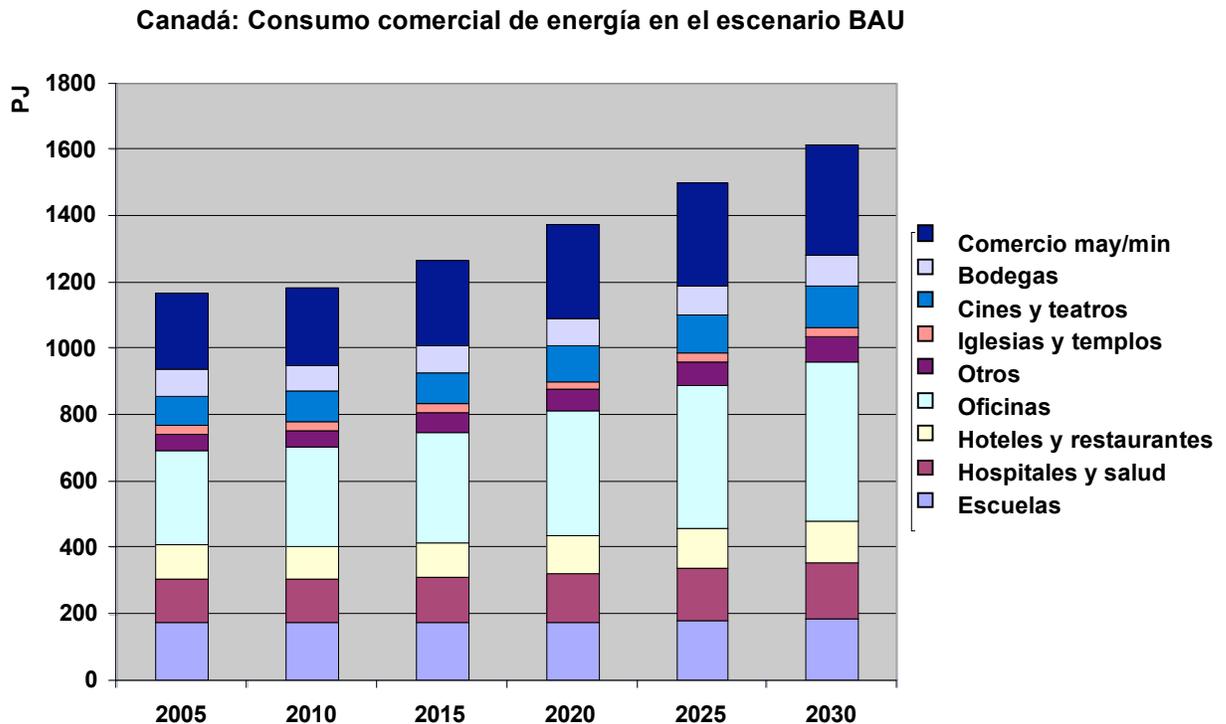
Canadá

- La gráfica 3.31 muestra el perfil de consumo de energía del sector residencial canadiense, por tipo de vivienda, en el escenario BAU. Para el año de base, el consumo aproximado de las viviendas canadienses es de 1,276 petajoules (PJ) de energía al año. Para 2030, el consumo de energía anual se eleva a 1,638 PJ, un incremento de 28 por ciento.
- La gráfica 3.32 muestra el perfil del consumo de energía del sector comercial canadiense, por tipo de edificación, en el escenario BAU. Para el año de base, el consumo aproximado de las edificaciones canadienses es de 1,166 PJ de energía al año. Para 2030, el consumo de energía anual se eleva a 1,615 PJ, un incremento de 39 por ciento.

Gráfica 3.31: Consumo residencial de energía en el escenario BAU en Canadá

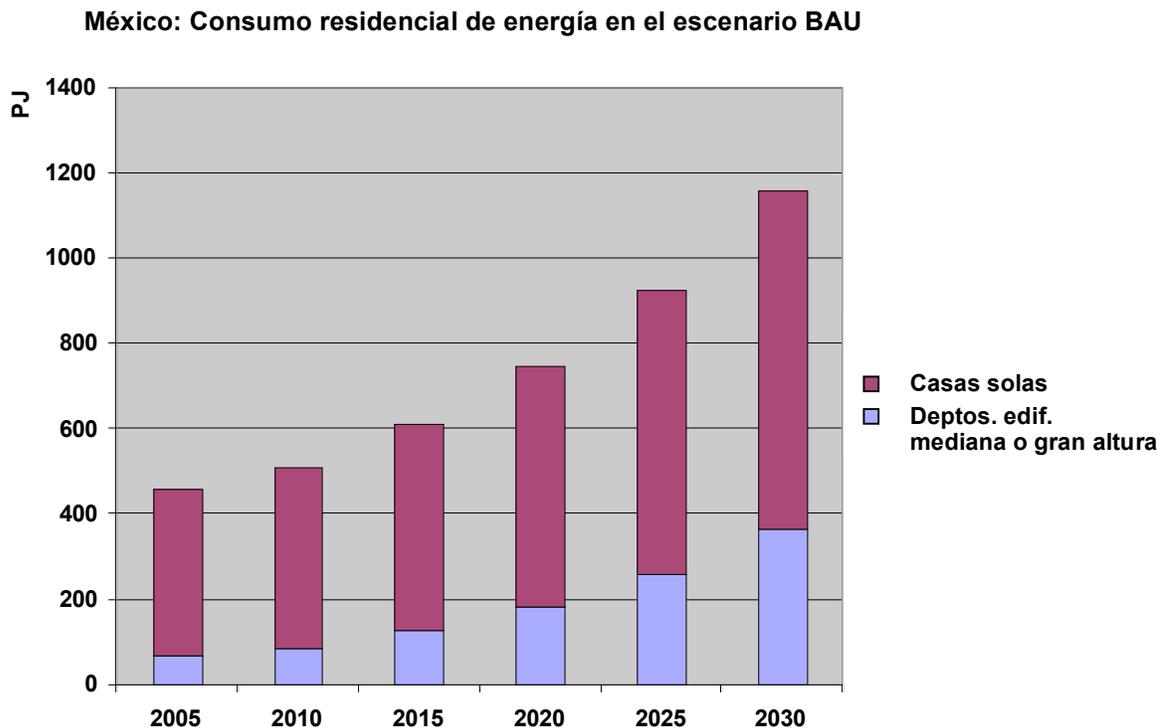


Gráfica 3.32: Consumo comercial de energía en el escenario BAU en Canadá



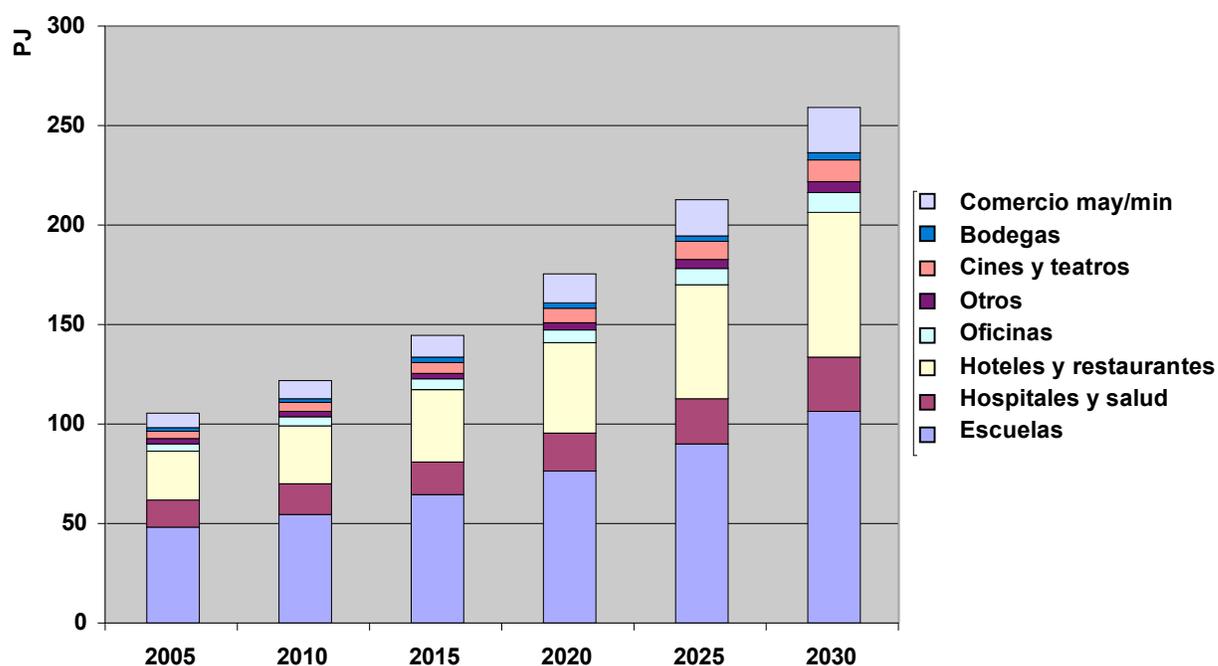
México

- La gráfica 3.33 muestra el perfil de consumo de energía del sector residencial mexicano, por tipo de vivienda, en el escenario BAU. Para el año de base, el consumo aproximado de las viviendas mexicanas es de 460 PJ de energía al año. Para 2030, el consumo de energía anual se eleva a 1,158 PJ, un incremento de 152 por ciento.
- La gráfica 3.34 muestra el perfil del consumo de energía del sector comercial mexicano, por tipo de edificación, en el escenario BAU. Para el año de base, el consumo aproximado de las edificaciones mexicanas es de 106 PJ de energía al año. Para 2030, el consumo de energía anual se eleva a 259 PJ, un incremento de 144 por ciento.

Gráfica 3.33: Consumo residencial de energía en el escenario BAU en México

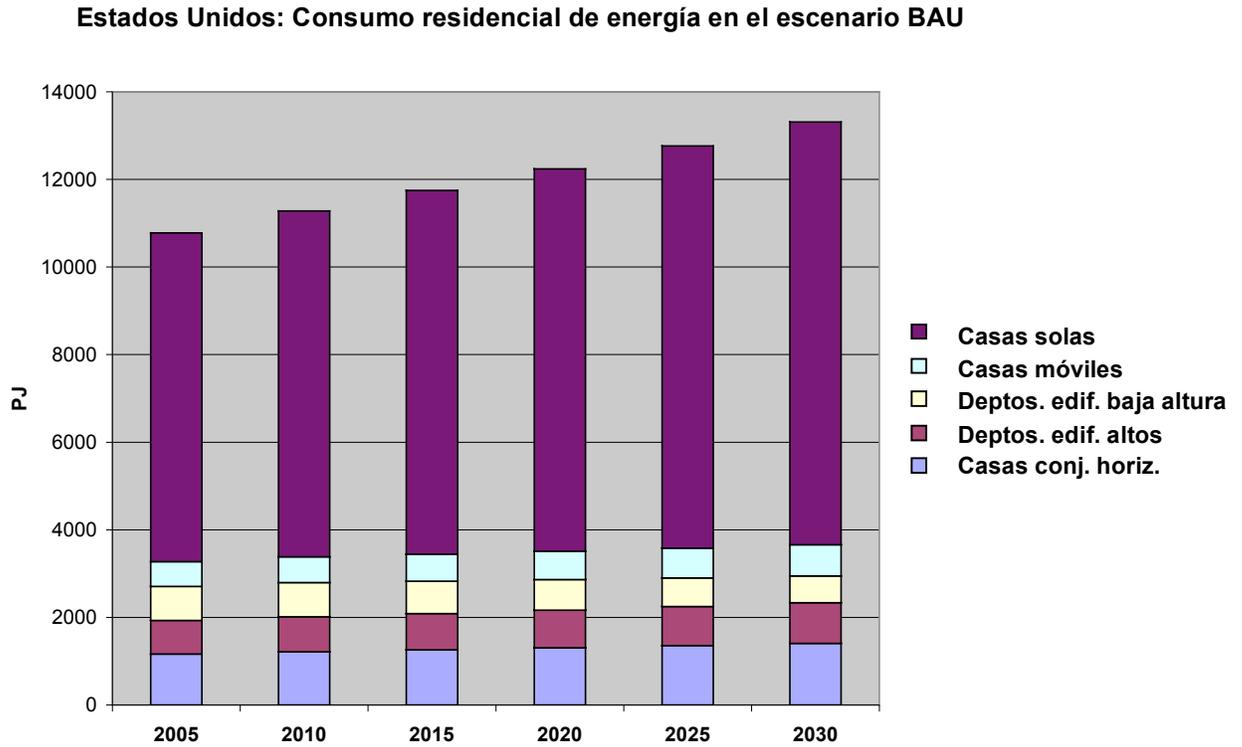
Gráfica 3.34: Consumo comercial de energía en el escenario BAU en México

México: Consumo comercial de energía en el escenario BAU

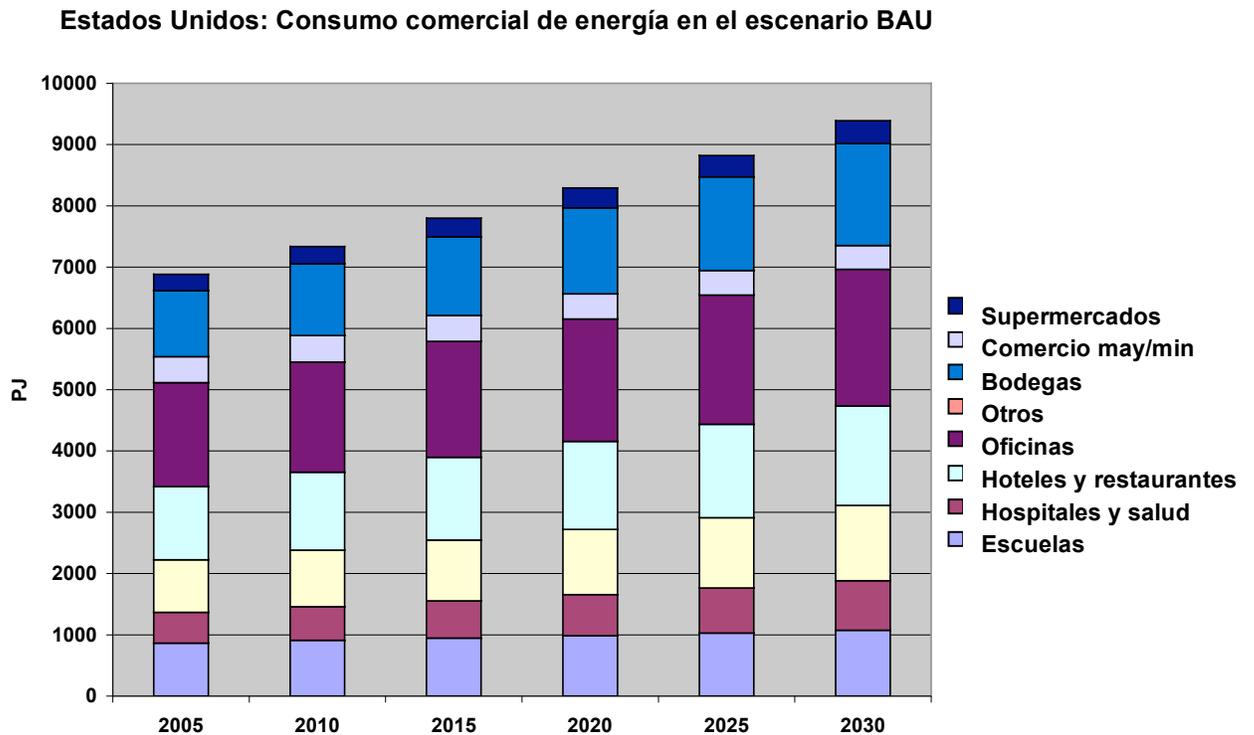
*Estados Unidos*

- La gráfica 3.35 muestra el perfil de consumo de energía del sector residencial estadounidense, por tipo de vivienda, en el escenario BAU. Para el año de base, el consumo aproximado de las viviendas estadounidenses es de 10,800 petajoules (PJ) de energía. Para 2030, el consumo de energía anual se eleva a 13,300 PJ, un incremento de 23 por ciento.
- La gráfica 3.36 muestra el perfil del consumo de energía del sector comercial estadounidense, por tipo de edificación, en el escenario BAU. Para el año de base, el consumo aproximado de las edificaciones comerciales es de 6,880 PJ de energía. Para 2030, el consumo de energía anual se eleva a 9,390 PJ, un incremento de 36 por ciento.

Gráfica 3.35: Consumo residencial de energía en el escenario BAU en Estados Unidos



Gráfica 3.36: Consumo comercial de energía en el escenario BAU en Estados Unidos



3.2.2 Ahorro de energía en el escenario de una ecología profunda: Sector inmobiliario de América del Norte

Las gráficas 3.37 a 3.43 muestran el perfil, en forma tanto tabular como gráfica, de las implicaciones generales del ahorro de energía en el escenario de una ecología profunda. Dicho ahorro, en términos de unidades de energía primaria, se muestra en comparación con el ahorro de las metas AIA-RAIC proyectado por cada uno de los años marcadores intermedios hasta 2030 y representa el ahorro de energía anual del parque inmobiliario obtenido gracias a mejoras de eficiencia energética. De este análisis se desprenden las siguientes observaciones:

- En términos del sector inmobiliario de América del Norte en conjunto, las mejoras de eficiencia energética a las edificaciones permitirán alcanzar las metas generales AIA-RAIC del subcontinente, pero los aspectos específicos varían por país y por sector. El parque inmobiliario de Estados Unidos es el más grande y el que hace el mayor uso final de la energía; es por ello que las tendencias estadounidenses tienden a dominar la panorámica general de la región.
- Con las mejoras de eficiencia energética a las edificaciones se podrían ahorrar más de 14,000 PJ al año en 2030, en comparación con las proyecciones del escenario BAU. Los resultados apoyan la observación de que la eficiencia energética puede ser una enorme fuente de abastecimiento de energía a largo plazo para el sector inmobiliario.
- Las mejoras de eficiencia energética a las edificaciones del sector habitacional realizadas de acuerdo con el escenario de una ecología profunda permitirían alcanzar las metas AIA-RAIC para toda América del Norte.
- Las mejoras de eficiencia energética a las edificaciones del sector comercial realizadas de acuerdo con el escenario de una ecología profunda permitirían alcanzar las metas AIA-RAIC y generar un decremento neto en el consumo de energía de Canadá y Estados Unidos.
- A pesar de las mejoras de eficiencia energética, el consumo de energía del sector comercial de México crecería poco a poco hasta 2030, a consecuencia sobre todo del explosivo crecimiento proyectado para el país. Por lo tanto, existe una brecha que podría cubrirse con energía renovable generada en el sitio o con la compra de energía limpia. En el apartado 3.2.6 se analiza esta brecha.

Gráfica 3.37: Ahorro de energía en los escenarios de una ecología profunda y AIA-RAIC

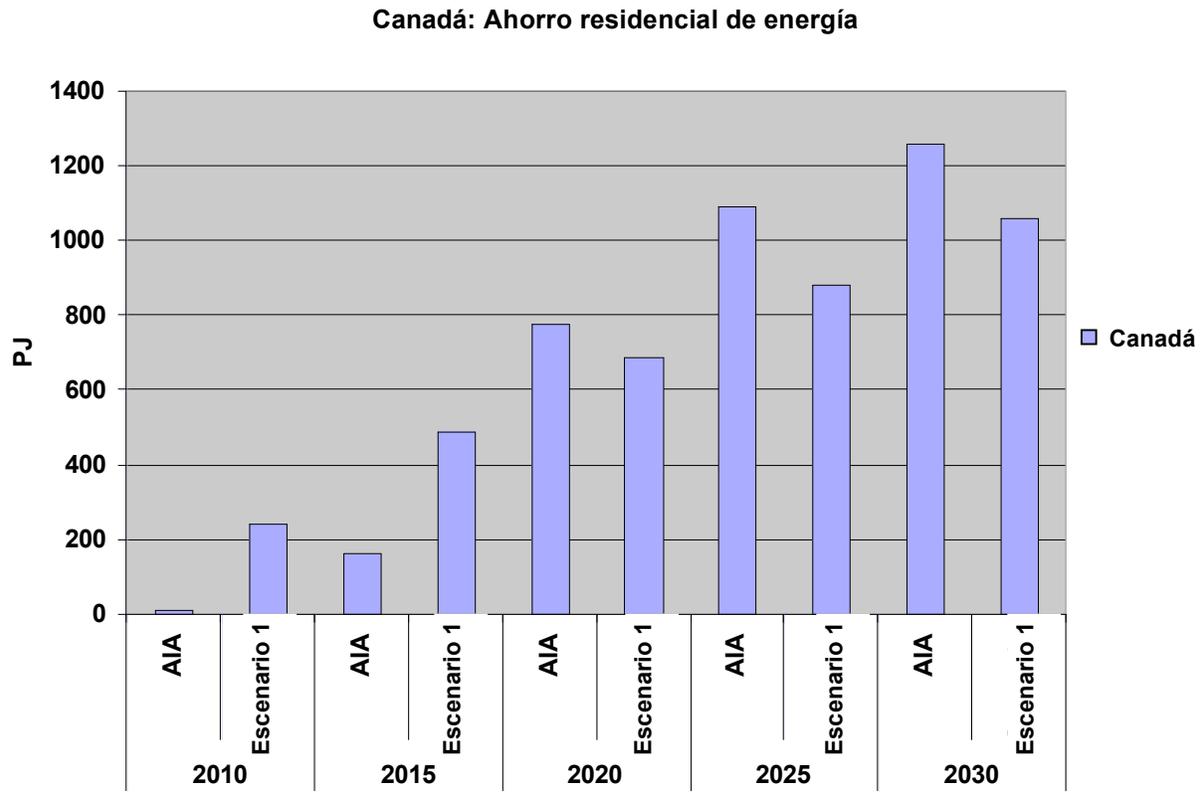
Sector	País	BAU	Ahorro de energía en el escenario de una ecología profunda (PJ)							Año base	
			2010				2015	2020	2025		2030
Residencial											
	Canadá	1,638	244				477	674	867	1011	1,276
	México	1,158	192				302	433	599	812	460
	EU	13,300	0				2,134	3,900	5,375	6,641	10,800
	Total		436				2,913	5,007	6,841	8,464	
Comercial											
	Canadá	1,615	125				307	453	647	830	1,166
	México	259	25				45	71	103	142	106
	EU	9,390	0				1,630	2,910	3,920	4,720	6,880
	Total		150				1,982	3,434	4,670	5,692	
Sector	País	BAU	Ahorro de energía en el escenario AIA-RAIC (PJ)							Año base	
			2010				2015	2020	2025		2030
Residencial											
	Canadá	1,638	13				163	778	1091	1261	1,276
	México	1,158	24				112	255	429	650	460
	EU	13,300	0				745	1,603	2,540	3,562	10,800
	Total		37				1,020	2,636	4,060	5,473	
Comercial											
	Canadá	1,615	101				304	439	595	750	1,166
	México	259	21				43	72	111	160	106
	EU	9,390	0				841	1,766	2,781	3,892	6,880
	Total		122				1,188	2,277	3,487	4,802	

3.2.3 Ahorro de energía en el escenario de una ecología profunda, por país

Canadá

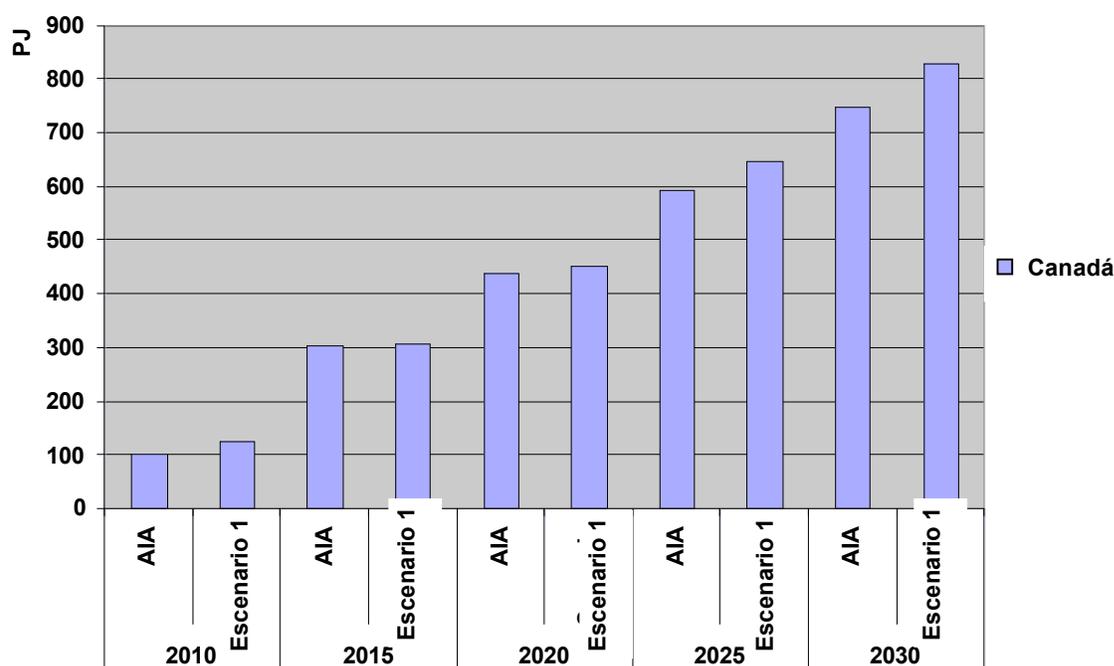
- La gráfica 3.38 muestra que el ahorro de energía del sector residencial canadiense equivale a un decremento de 51 por ciento en el consumo de energía en comparación con el consumo del año base y a un decremento de 62 por ciento en comparación con el consumo en el escenario BAU. Consulte en el apartado 3.2.6 el análisis de la brecha en el sector residencial canadiense en relación con las metas AIA-RAIC.
- La gráfica 3.39 muestra que el ahorro de energía del sector comercial canadiense equivale a un decremento de 33 por ciento en el consumo de energía en comparación con el consumo del año base y a un decremento de 51 por ciento en comparación con el consumo en el escenario BAU.

Gráfica 3.38: Ahorro residencial de energía en Canadá



Gráfica 3.39: Ahorro comercial de energía en Canadá

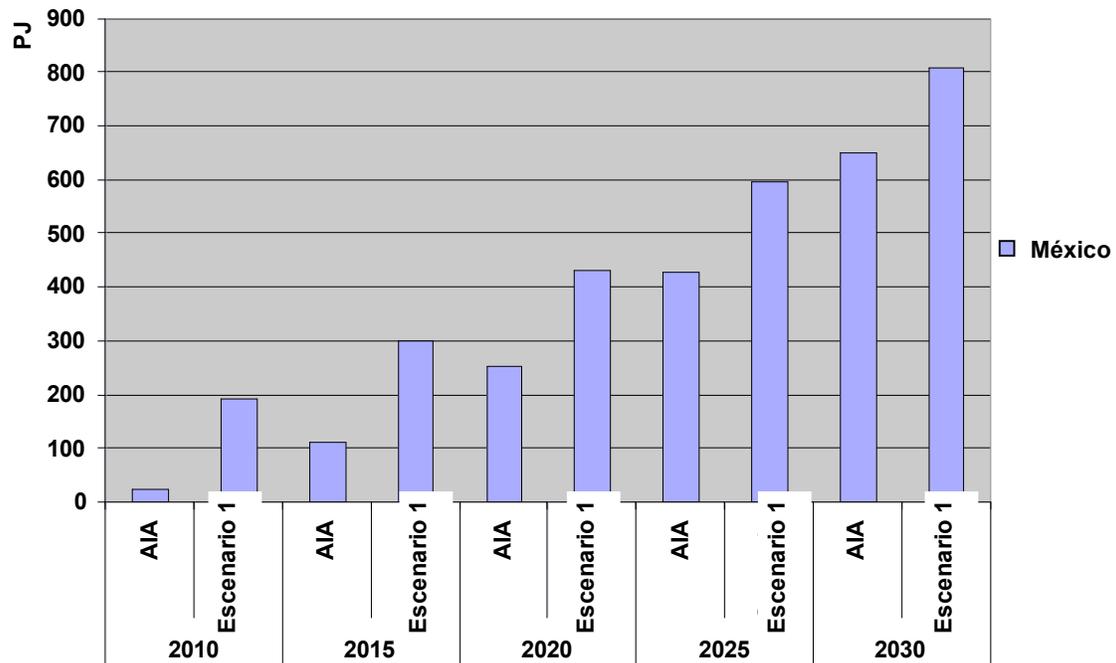
Canadá: Ahorro comercial de energía

*México*

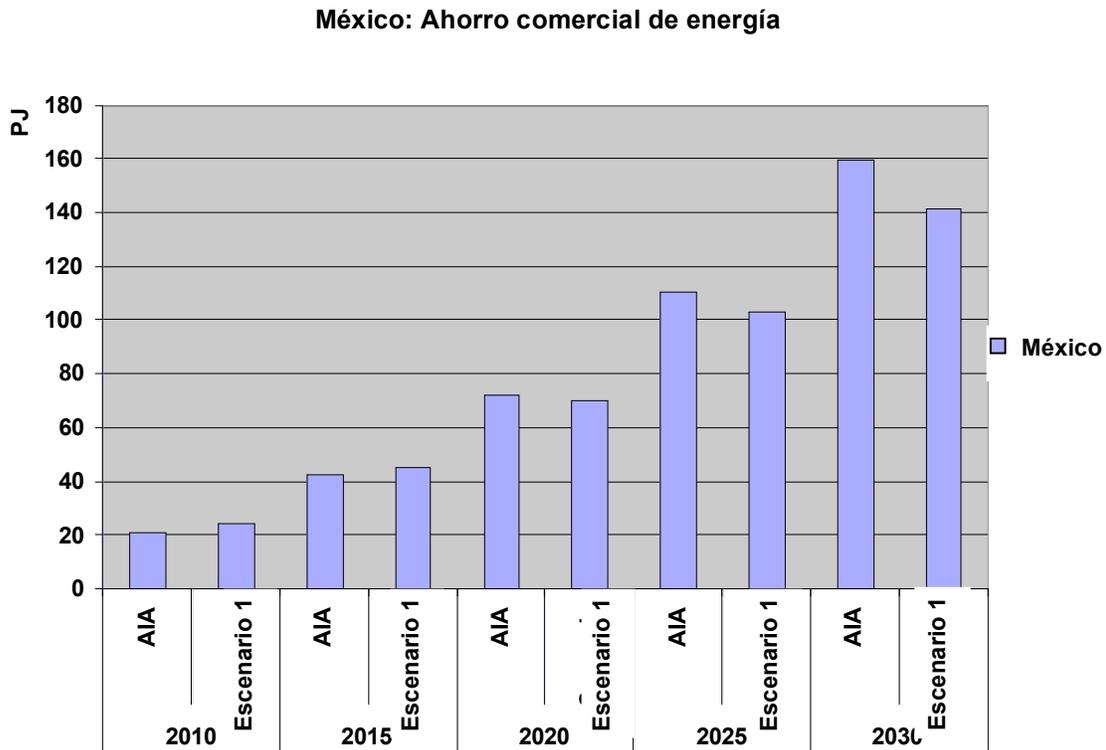
- La gráfica 3.40 muestra que el ahorro de energía del sector residencial mexicano equivale a un decremento de 25 por ciento en el consumo de energía en comparación con el consumo del año base y a un decremento de 70 por ciento en comparación con el consumo en el escenario BAU. Consulte en el apartado 3.2.6 el análisis de la brecha en el sector residencial mexicano.
- La gráfica 3.41 muestra que el ahorro de energía del sector comercial mexicano equivale a un *incremento* de 10 por ciento en el consumo de energía en relación con el consumo del año base y a un decremento de 55 por ciento en comparación con el consumo en el escenario BAU. Consulte en el apartado 3.2.6 el análisis de la brecha en el sector comercial mexicano.

Gráfica 3.40: Ahorro residencial de energía en México

México: Ahorro residencial de energía



Gráfica 3.41: Ahorro comercial de energía en México

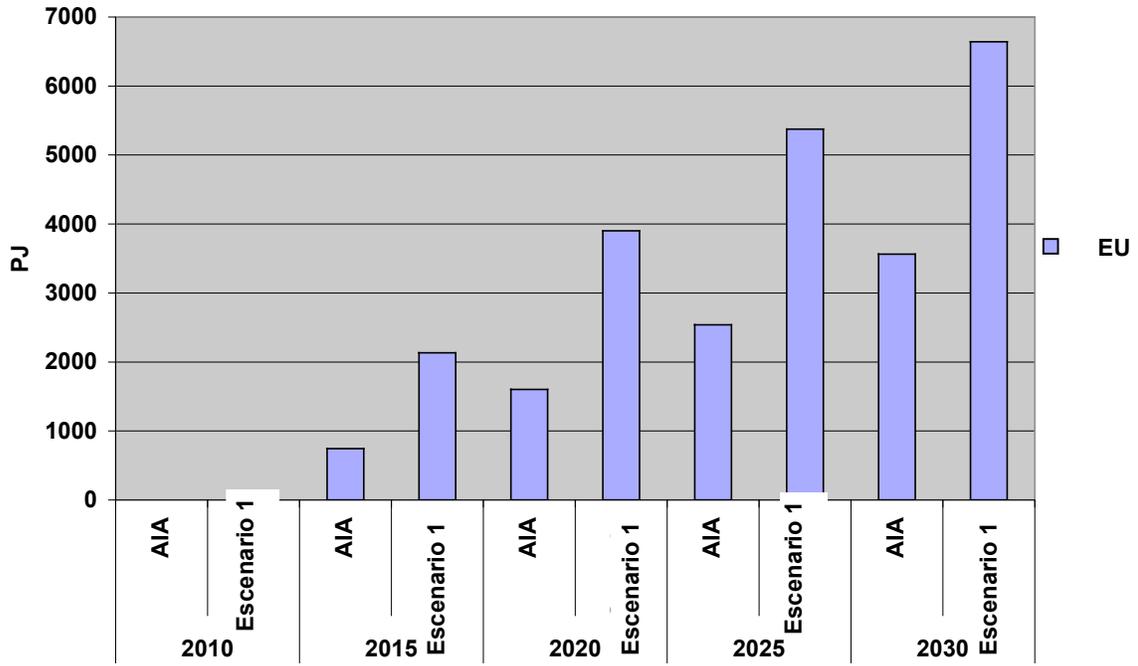


Estados Unidos

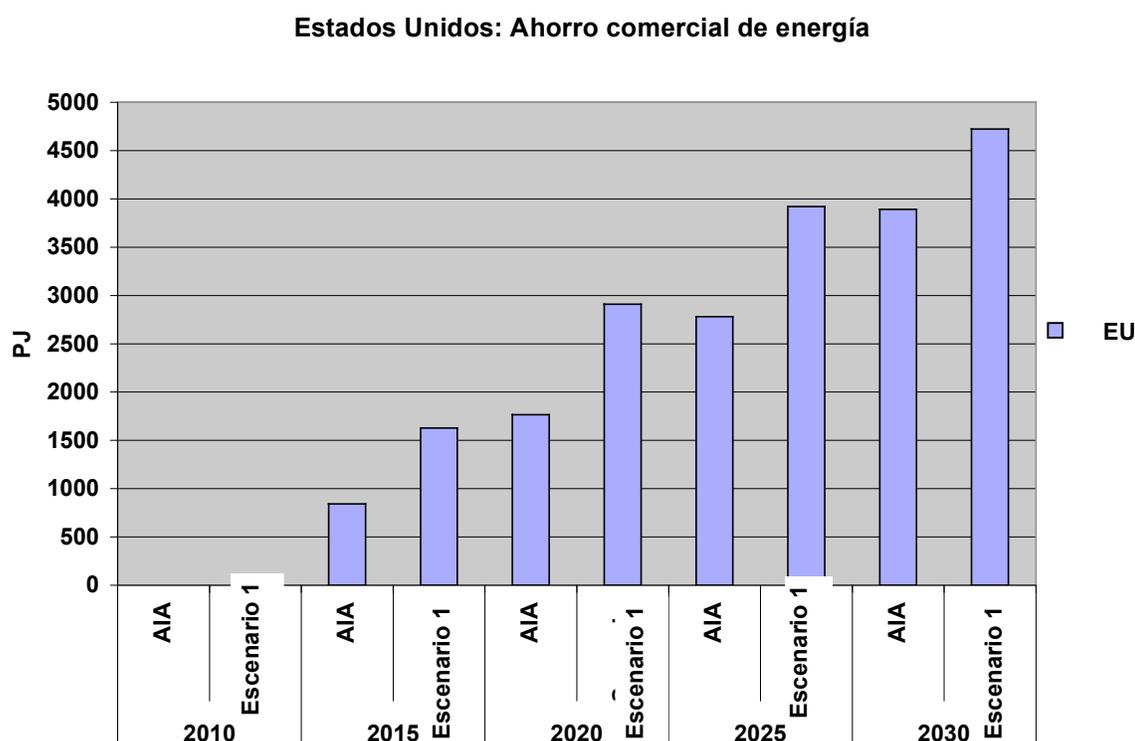
- Las gráficas 3.42 y 3.43 muestran el ahorro de energía en comparación con los casos tendenciales.
- La gráfica 3.42 muestra que el ahorro de energía del sector residencial estadounidense en el escenario de una ecología profunda equivale a un decremento de 38 por ciento en el consumo de energía en comparación con el consumo del año base 2005 y a un decremento de 50 por ciento en comparación con el consumo en el escenario BAU en 2030.
- La gráfica 3.43 muestra que el ahorro de energía del sector comercial estadounidense en el escenario de una ecología profunda equivale a un decremento de 43 por ciento en el consumo de energía en comparación con el consumo del año base 2005 y a un decremento de 50 por ciento en comparación con el consumo en el escenario BAU.

Gráfica 3.42: Ahorro residencial de energía en Estados Unidos

Estados Unidos: Ahorro residencial de energía



Gráfica 3.43: Ahorro comercial de energía en Estados Unidos



3.2.4 Reducciones de GEI: Sector inmobiliario de América del Norte

La gráfica 3.44 muestra en resumen las reducciones generales de GEI en el sector inmobiliario de América del Norte.

Gráfica 3.44: Reducción de emisiones de GEI

Sector	País	Reducción de emisiones de GEI, escenario de una ecología profunda (MT de CO _{2eq})				
		2010	2015	2020	2025	2030
Residencial						
	Canadá	14	27	38	48	58
	México	16	29	46	69	100
	EU	0	229	421	583	725
	Total	30	285	505	700	883
Comercial						
	Canadá	7	17	25	35	45
	México	3	6	10	15	20
	EU	0	210	391	566	763
	Total	10	233	426	616	828

Sector	País	Reducción de emisiones de GEI, escenario AIA/RAIC (MT de CO _{2eq})				
		2010	2015	2020	2025	2030
Residencial						
	Canadá	0.5	9	43	61	70
	México	2	10	28	50	79
	EU	0	86	185	293	409
	Total	2.5	105	256	404	558
Comercial						
	Canadá	6	17	25	33	42
	México	3	6	11	17	24
	EU	0	112	243	397	571
	Total	9	135	279	447	637

3.2.5 Reducciones de GEI, por país

Las gráficas 3.44 a 3.50 muestran el perfil, tanto en forma tabular como gráfica, de las reducciones generales de GEI según el escenario de una ecología profunda. Dichas reducciones, en términos de unidades de CO_{2eq}, se muestran en comparación con las metas AIA-RAIC por cada uno de los años marcadores intermedios hasta 2030 y representan la reducción anual en emisiones de GEI del parque inmobiliario. De este análisis se desprenden las siguientes observaciones generales.

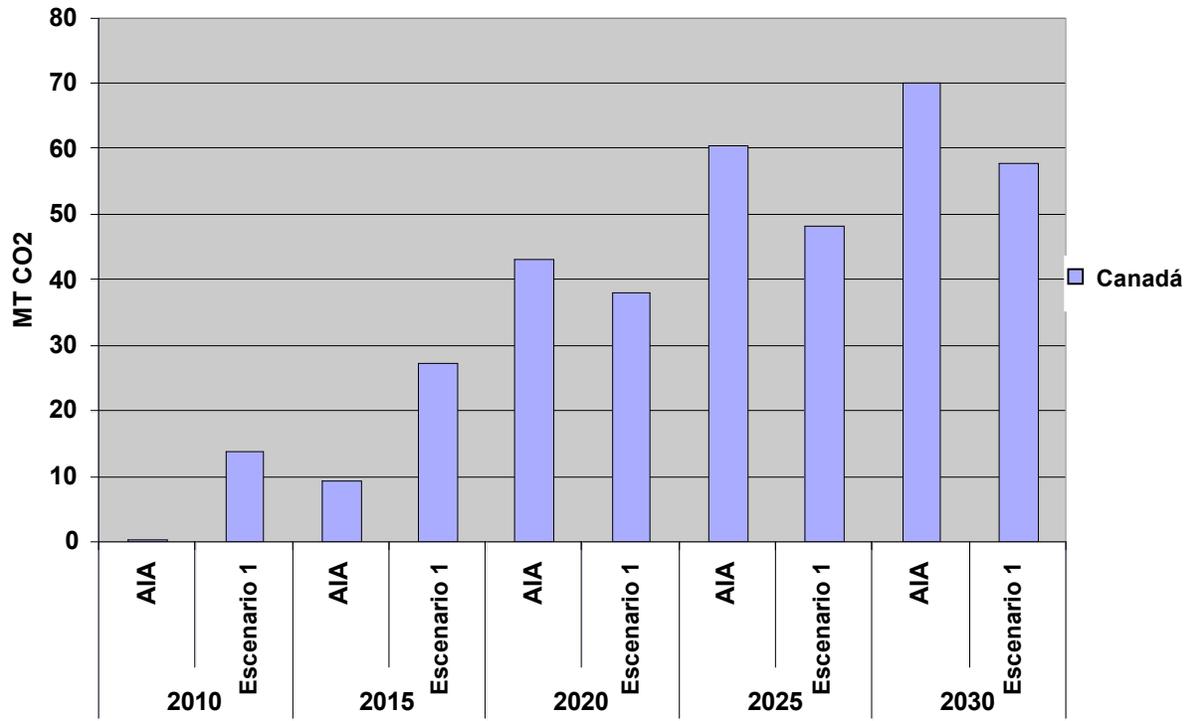
Canadá

La gráfica 3.45 muestra el perfil de las reducciones de GEI obtenidas con mejoras de eficiencia energética para el sector residencial canadiense según el escenario de una ecología profunda. Los resultados indican que se pueden evitar 58 megatoneladas (MT) de CO_{2eq} anuales para 2030, en comparación con el escenario BAU.

La gráfica 3.46 muestra el perfil de las reducciones de GEI obtenidas con mejoras de eficiencia energética para el sector comercial canadiense según el escenario de una ecología profunda. Los resultados indican que se pueden evitar 45 megatoneladas de CO_{2eq} anuales para 2030, en comparación con el escenario BAU.

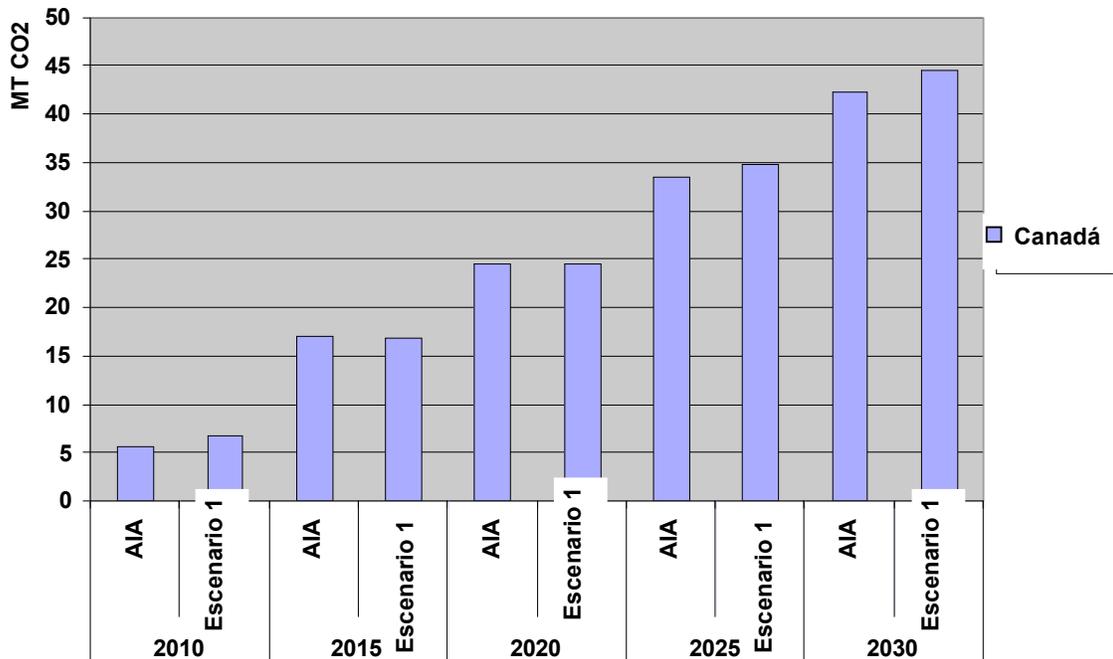
Gráfica 3.45: Reducciones residenciales de GEI en Canadá

Canadá: Reducciones residenciales de GEI



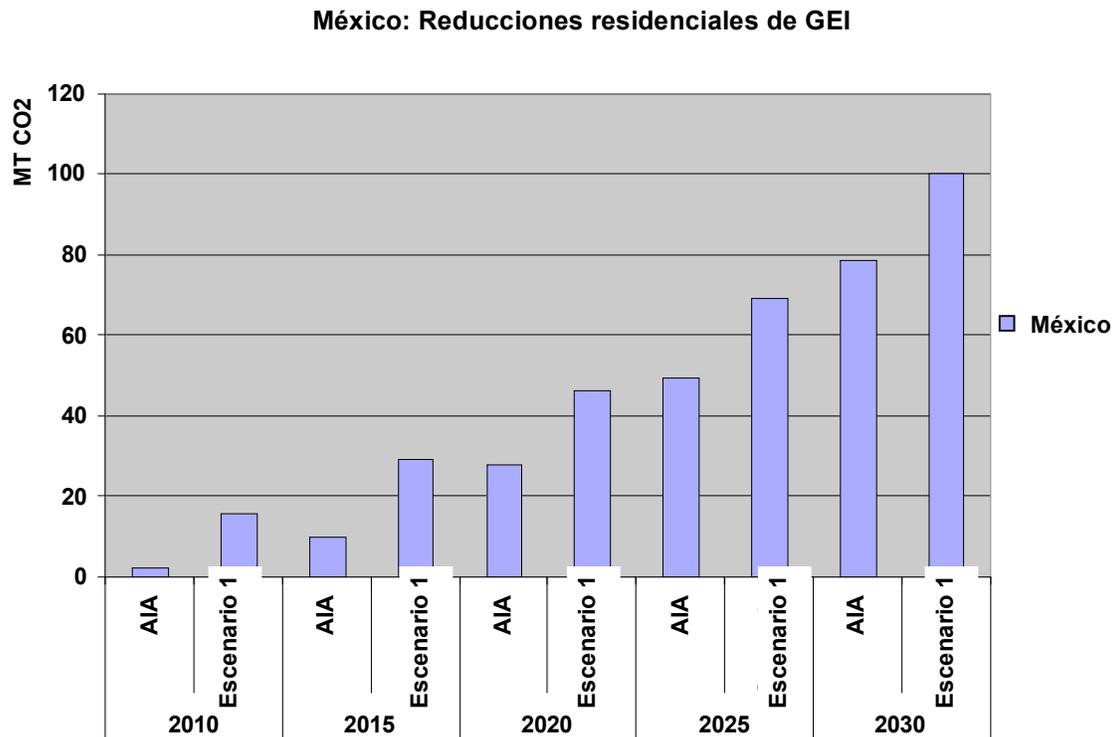
Gráfica 3.46: Reducciones comerciales de GEI en Canadá

Canadá: Reducciones comerciales de GEI

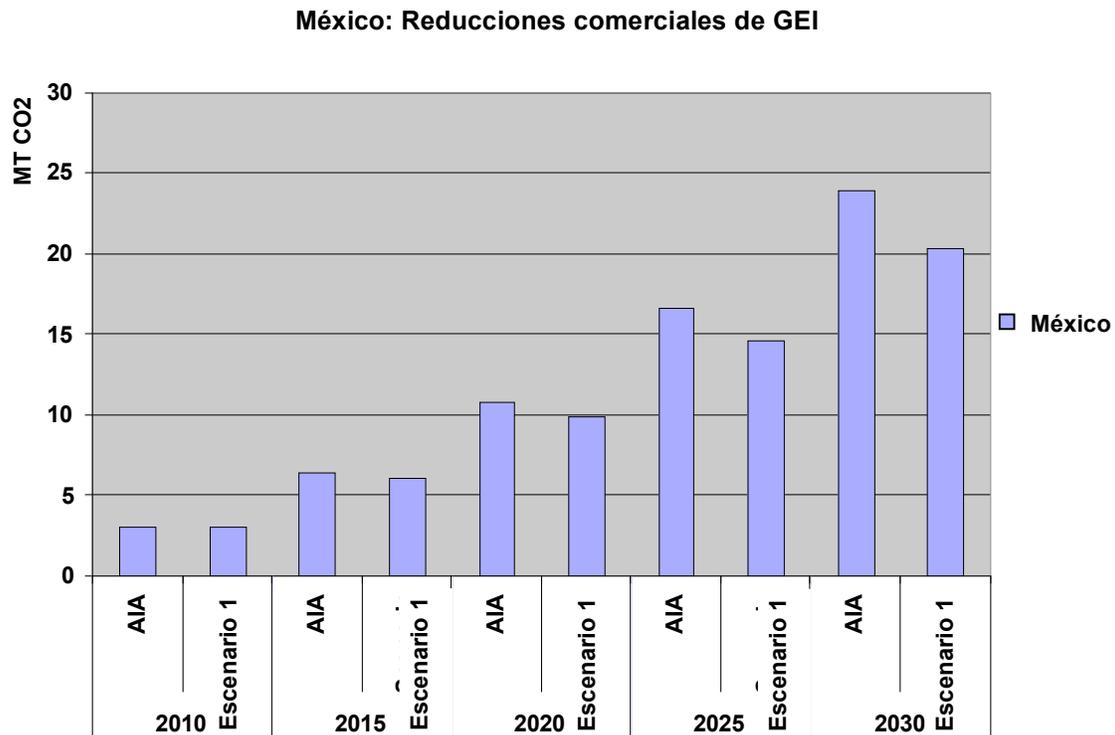


México

- La gráfica 3.47 muestra el perfil de las reducciones de GEI obtenidas con mejoras de eficiencia energética para el sector residencial mexicano según el escenario de una ecología profunda. Los resultados indican que se pueden evitar 100 megatoneladas de CO_{2eq} anuales para 2030, en comparación con el escenario BAU.
- La gráfica 3.48 muestra el perfil de las reducciones de GEI obtenidas con mejoras de eficiencia energética para el sector comercial mexicano según el escenario de una ecología profunda. Los resultados indican que se pueden evitar 20 megatoneladas de CO_{2eq} anuales para 2030, en comparación con el escenario BAU.

Gráfica 3.47: Reducciones residenciales de GEI en México

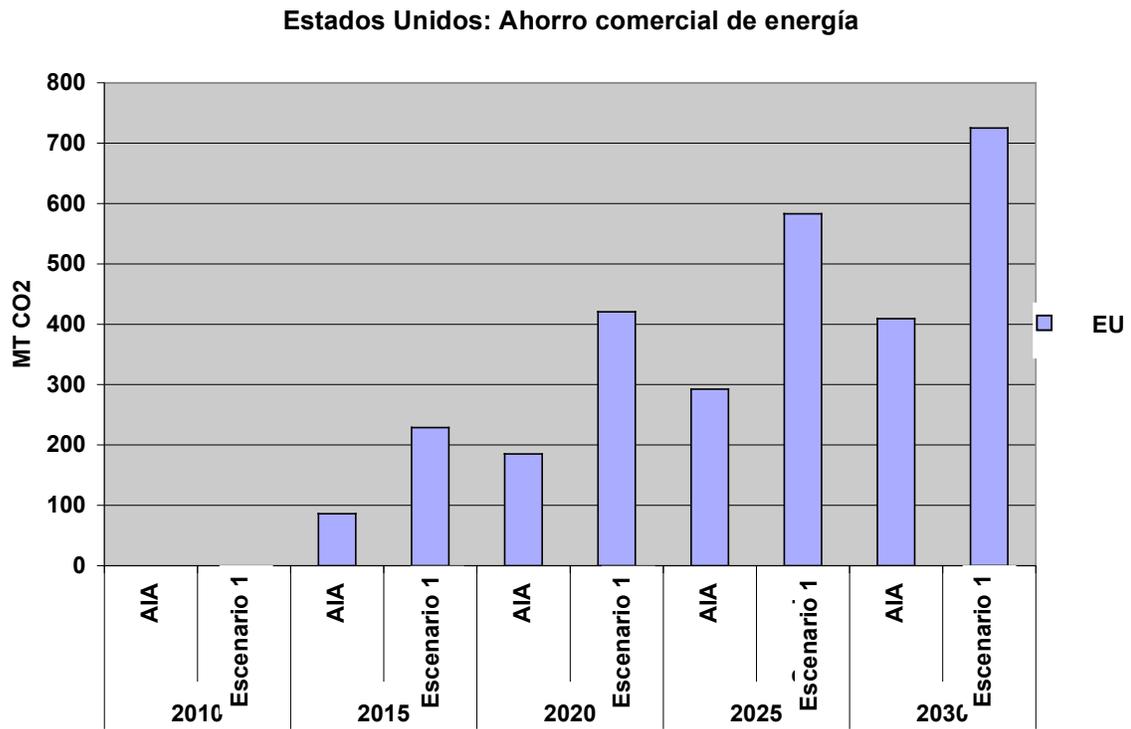
Gráfica 3.48: Reducciones comerciales de GEI en México



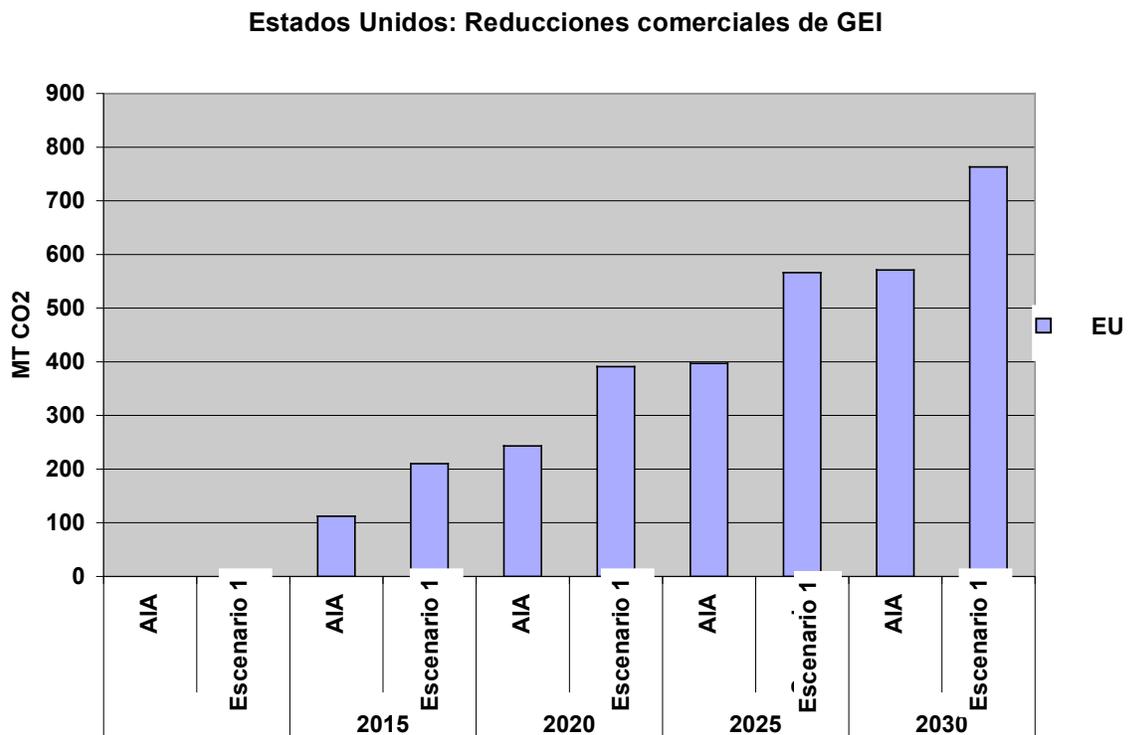
Estados Unidos

- La gráfica 3.49 muestra el perfil de las reducciones de GEI obtenidas con mejoras de eficiencia energética para el sector residencial estadounidense según el escenario de una ecología profunda. Los resultados indican que se pueden evitar 725 megatoneladas de CO_{2eq} anuales para 2030, en comparación con el escenario BAU.
- La gráfica 3.50 muestra el perfil de las reducciones de GEI obtenidas con mejoras de eficiencia energética para el sector comercial estadounidense según el escenario de una ecología profunda. Los resultados indican que se pueden evitar 763 megatoneladas de CO_{2eq} anuales para 2030, en comparación con el escenario BAU.

Gráfica 3.49: Reducciones residenciales de GEI en Estados Unidos



Gráfica 3.50: Reducciones comerciales de GEI en Estados Unidos



3.2.6 Análisis de la brecha en GEI: Sector inmobiliario de América del Norte

Este apartado analiza la brecha en GEI que existe en ciertos años marcadores en los sectores de inmuebles habitacionales y comerciales de América del Norte, en comparación con las metas AIA-RAIC y los niveles de 1990.¹¹ Las gráficas 3.51 a 3.57 muestran las emisiones de GEI que resultan de cada uno de los escenarios modelados en este informe — principalmente BAU, AIA-RAIC y de una ecología profunda/Escenario 1—, así como una comparación con los niveles de 1990, de estar disponibles.

En términos de América del Norte en conjunto, las mejoras de eficiencia energética producen una brecha neta de 12 megatoneladas de CO_{2eq} para 2030 en el sector residencial, en comparación con el escenario AIA-RAIC. En el sector comercial, dichas mejoras producen una brecha neta de 4 megatoneladas de CO_{2eq} para 2030, en comparación con el escenario AIA-RAIC.

La gráfica 3.51 resume los resultados del análisis de la brecha para América del Norte.

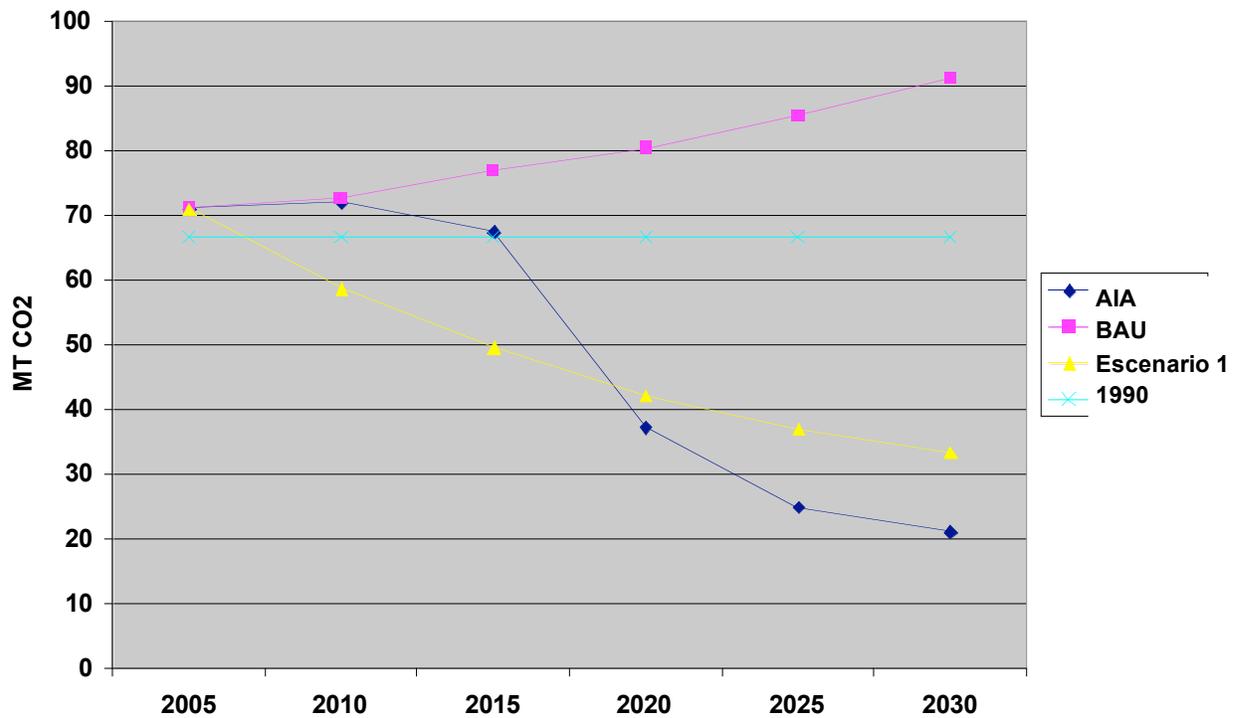
Gráfica 3.51: Análisis de la brecha en GEI en América del Norte

Sector	País	Brecha según el escenario de una ecología profunda (MT de CO _{2eq}) en comparación con el escenario AIA-RAIC				
		2010	2015	2020	2025	2030
Residencial						
	Canadá	0	0	5	13	12
	México	0	0	0	0	0
	Estados Unidos	0	0	0	0	0
	Total	0	0	5	13	12
Comercial						
	Canadá	0	0	0	0	0
	México	0	0	1	2	4
	Estados Unidos	0	0	0	0	0
	Total	0	0	1	2	4
Sector	País	Brecha según el escenario de una ecología profunda (MT de CO _{2eq}) en comparación con 1990				
		2010	2015	2020	2025	2030
Residencial						
	Canadá	0	0	0	0	0
	México	7	7	8	10	12
	Estados Unidos	177	0	0	0	0
	Total	184	7	8	10	12
Comercial						
	Canadá	11	6	4	1	0
	México	-	-	-	-	-
	Estados Unidos	222	85	0	0	0
	Total	133	91	4	1	0

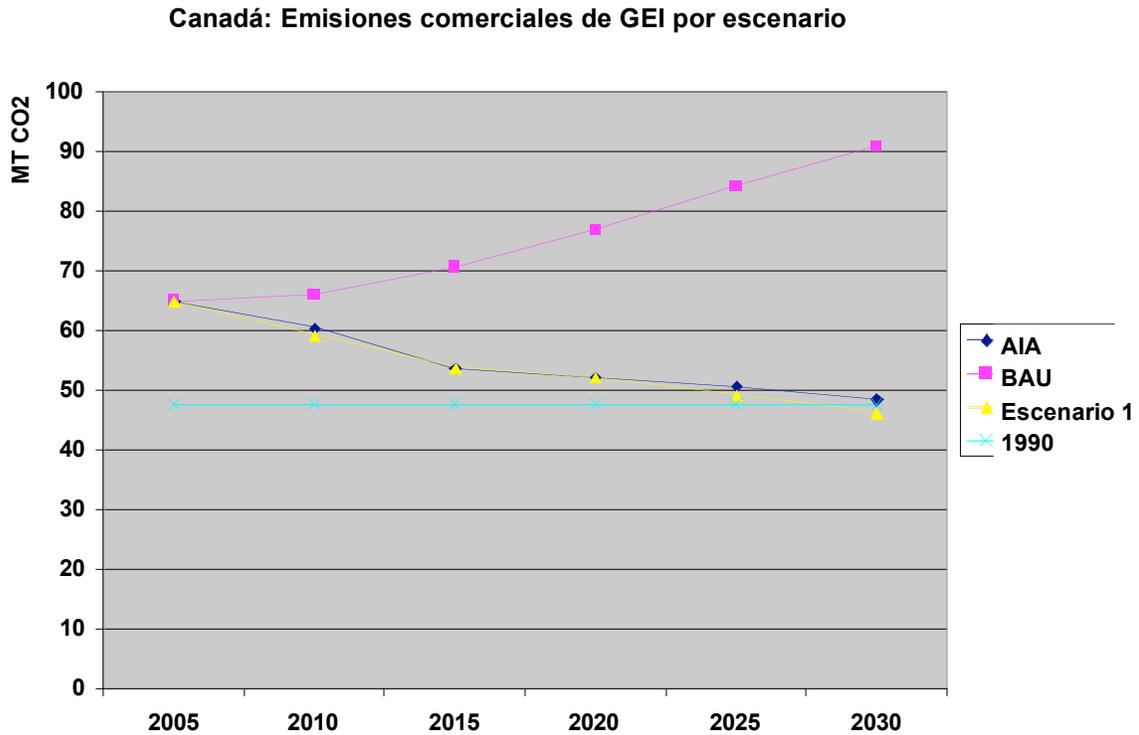
¹¹ No había datos disponibles del consumo de energía del sector de edificaciones comerciales de México cuando se elaboró el informe.

Canadá

- En el sector residencial canadiense será necesario compensar casi 12 megatoneladas de CO_{2eq} utilizando energía renovable generada en sitio o comprando energía limpia para que las emisiones permanezcan por debajo de los niveles de las metas AIA-RAIC.
- En el sector comercial canadiense será necesario compensar casi 11 megatoneladas de CO_{2eq} utilizando energía renovable generada en sitio o comprando energía limpia para que las emisiones permanezcan por debajo de los niveles de 1990 en 2010, pero para 2030 el escenario de una ecología profunda está a la par tanto con el escenario AIA-RAIC como con los niveles de 1990.

Gráfica 3.52: Emisiones residenciales de GEI por escenario en Canadá**Canadá: Emisiones residenciales de GEI por escenario**

Gráfica 3.53: Emisiones comerciales de GEI por escenario en Canadá

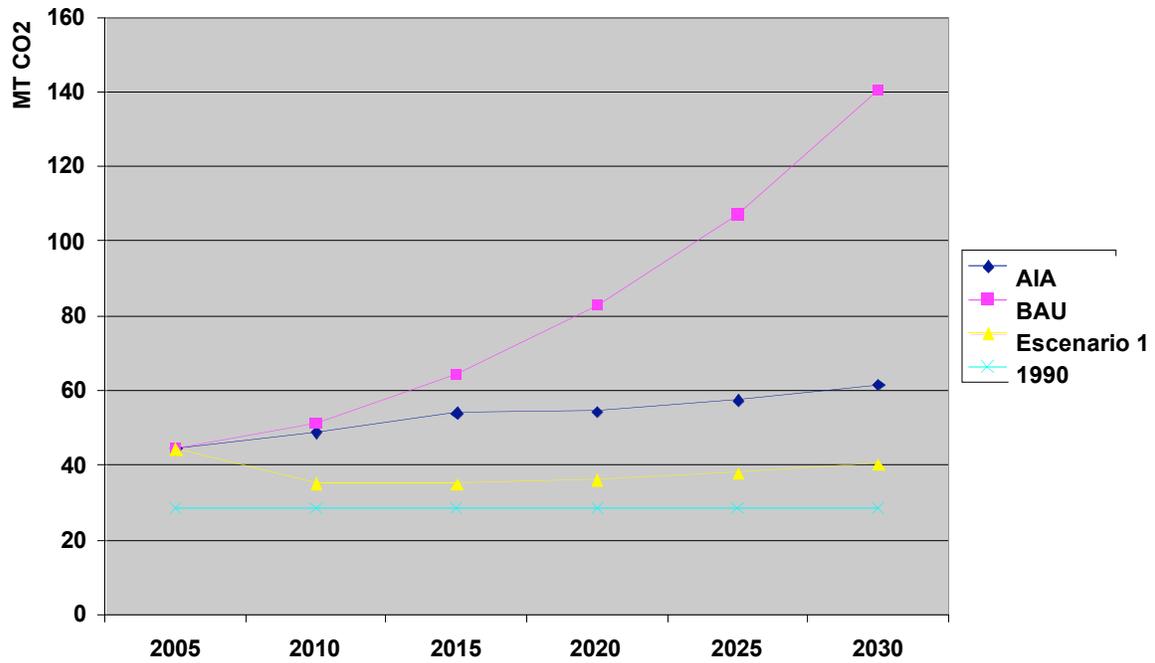


México

- En el sector residencial mexicano será necesario compensar casi 12 megatoneladas de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ utilizando energía renovable generada en sitio o comprando energía limpia para que las emisiones de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ permanezcan por debajo de los niveles de 1990.
- Los resultados indican que para 2030 será necesario compensar casi 4 megatoneladas de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ utilizando energía renovable generada en sitio o comprando energía limpia para que el sector de edificaciones comerciales de México pueda cumplir con las metas AIA-RAIC.

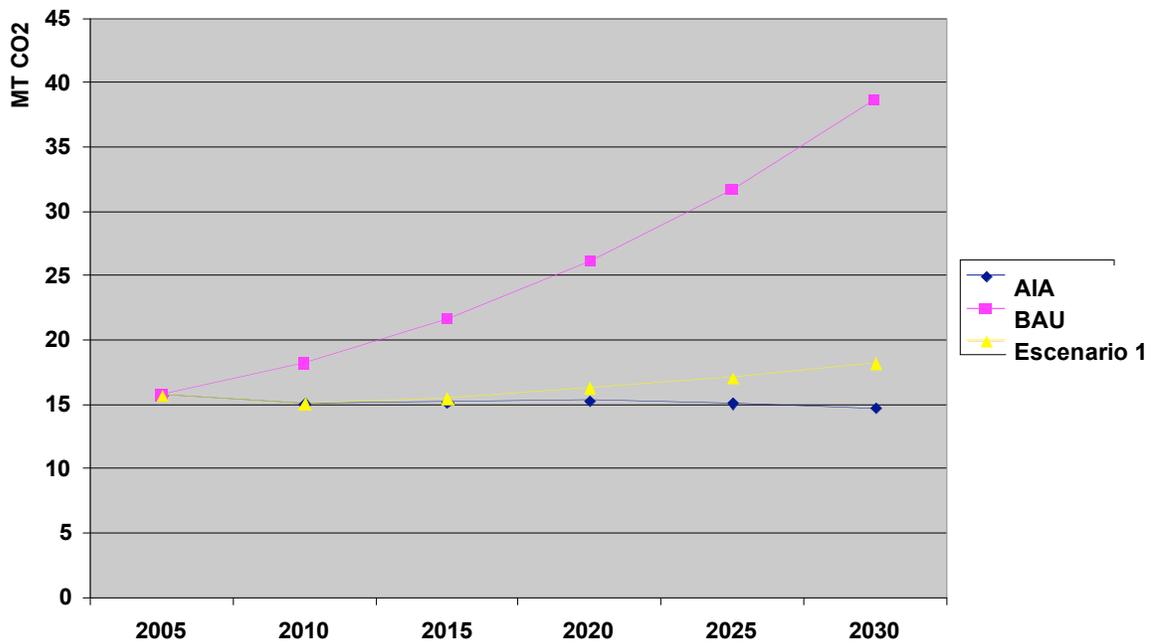
Gráfica 3.54: Emisiones residenciales de GEI por escenario en México

México: Emisiones residenciales de GEI por escenario



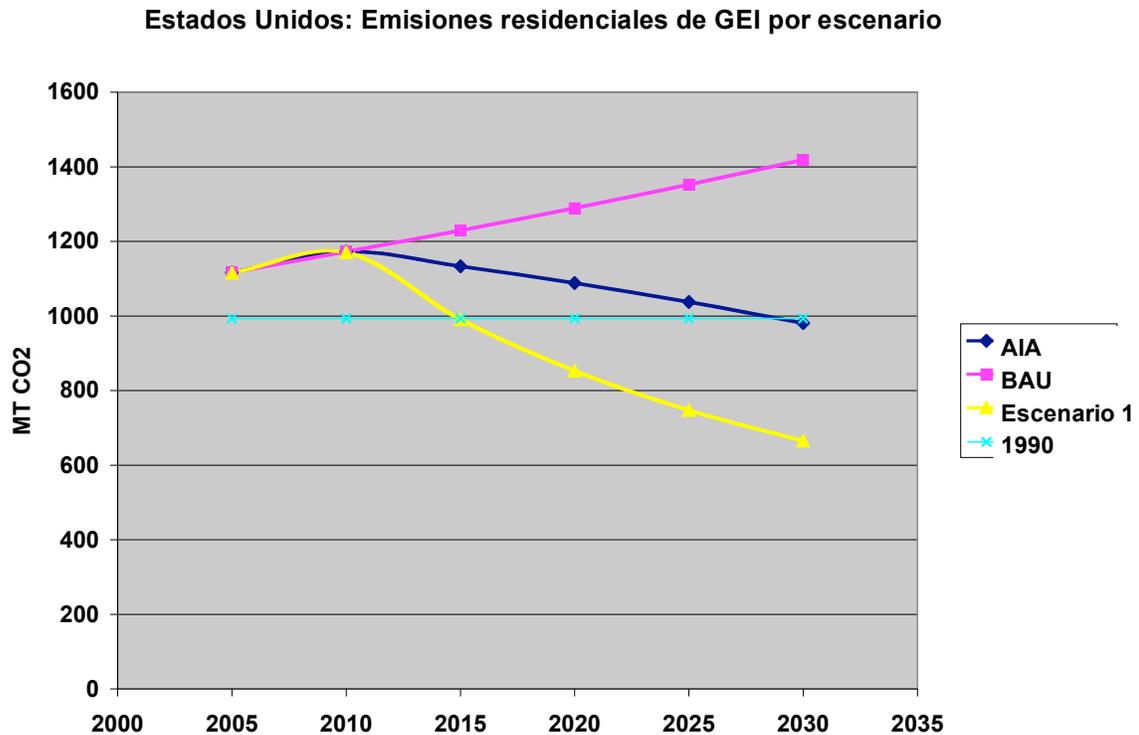
Gráfica 3.55: Emisiones comerciales de GEI por escenario en México

México: Emisiones comerciales de GEI por escenario

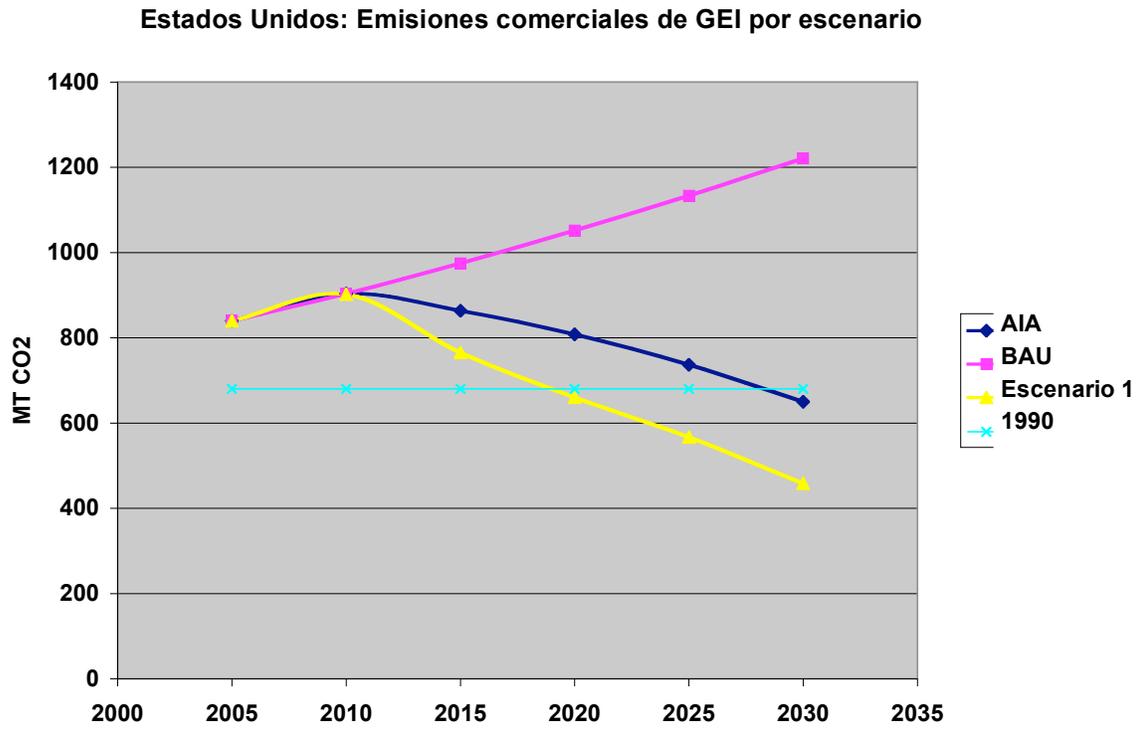


Estados Unidos

- En el sector residencial estadounidense y según el escenario de una ecología profunda, en 2015 las emisiones descienden por debajo de los niveles de 1990 y a partir de entonces el descenso se incrementa aún más.
- Según las proyecciones, las emisiones del sector comercial estadounidense descenderán por debajo de los niveles de 1990 en 2020 y se reducirán aún más en los años siguientes.
- Cada uno de estos análisis supone que la energía renovable generada en sitio comienza a satisfacer una pequeña parte de la carga restante en 2010, creciendo a 100 por ciento después de la instrumentación de medidas audaces de eficiencia energética en 2030.

Gráfica 3.56: Emisiones residenciales de GEI por escenario en Estados Unidos

Gráfica 3.57: Emisiones comerciales de GEI por escenario en Estados Unidos



Gráfica 3.58: Consumo de energía renovable en Estados Unidos

Sector		2010	2015	2020	2025	2030
Residencial						
Nuevas	% Ahorro	–	60	67.5	75	82.5
	% Solar	–	5	20	50	100
	% Tasa crecim.	1.6				
Renovadas	% Ahorro	–	50	55	60	65
	% Solar	–	3	15	40	80
	% Tasa crecim.	1.6				
Reacondicionadas	% Ahorro	–	20	28.3	36.7	45
	% Solar	–	2	10	20	50
	% Tasa crecim.	1				
Dadas de baja	% Ahorro	–				
	% Solar	–				
	% Tasa	0.5				
Comercial						
Nuevas	% Ahorro	–	60	67.5	75	82.5
	% Solar	–	5	20	50	100
	% Tasa crecim.	2.3				
Renovadas	% Ahorro	–	50	55	60	65
	% Solar	–	3	15	40	80
	% Tasa crecim.	2.3				
Reacondicionadas	% Ahorro	–	20	28.3	36.7	45
	% Solar	–	2	10	20	50
	% Tasa crecim.	0.95				
Dadas de baja	% Ahorro	–				
	% Solar	–				
	% Tasa	0.8				

Nota: “% Solar” indica la fracción del consumo de energía que resta después de la instrumentación de medidas de eficiencia audaces (p. ej., en residencias renovadas el uso de energía se reduce 60% en 2025; del 40% restante, 40% de ese porcentaje, o 16% de las necesidades totales de energía, es abastecido por energía solar).

3.3 Implicaciones de los resultados

Este documento presenta un escenario de una ecología profunda para el logro de las metas del Desafío AIA-RAIC descrito en apartados previos de este informe. Se analizaron los parques inmobiliarios habitacional y comercial de América del Norte por tipos de edificación para varias zonas climáticas y se elaboraron arquetipos de edificación con representación de métodos de construcción audaces pero técnicamente realistas que podrían conducir a importantes mejoras generales en el desempeño energético de los parques inmobiliarios proyectados a 2030. Si bien el análisis se concentró en el mejoramiento del desempeño energético como medio para reducir las emisiones de GEI, consideramos que los resultados también son indicativos de las importantes reducciones que podrían alcanzarse en relación con otros recursos y contaminantes, incluida el agua.

El análisis del escenario de una ecología profunda confirma que las metas del Desafío AIA-RAIC son técnicamente factibles. En un sentido más amplio, los resultados señalan que la penetración de mercado avanzada de la edificación sustentable en América del Norte favorecería el bienestar ambiental y económico de la región al reducir costos de operación de la energía, mejorar la seguridad y confiabilidad energética y elevar la productividad.

Como ya se mencionó, para lograr el desempeño energético general del parque inmobiliario hay dos rutas principales a seguir: i) mejoramiento del desempeño unitario de las edificaciones: analizamos actualizaciones de desempeño unitario audaces, pero defendibles, y ii) aceleración de la penetración de mercado de edificaciones de desempeño avanzado: consideramos calendarios desplegados arriesgados, pero plausibles. Sin embargo, ninguna de estas rutas es viable sin medidas de política osadas. El enorme reto que enfrentan los responsables de la definición de políticas es cómo crear las condiciones de mercado para que estos cambios significativos puedan darse a cabo en un plazo relativamente corto. Las citadas condiciones son, entre otras:

- cálculo de costos y valuación apropiada de la eficiencia energética,
- capacidad y aptitudes para negociar inversiones en eficiencia energética basadas en el mercado,
- precios de la energía que reflejen el costo social total del abastecimiento y
- capacidad de investigación, desarrollo y comprobación, para garantizar que las mejoras en desempeño técnico se sostengan en el largo plazo.

Con el futuro en mente, compete a los responsables de la definición de políticas considerar también con sumo cuidado dónde y cuándo pueden alcanzarse estos logros en el desempeño. Antes que nada, si bien no hay tiempo que perder para captar las enormes ganancias de desempeño asociadas con las edificaciones nuevas a lo largo del periodo de tiempo del estudio, los responsables de la definición de políticas no deben olvidar que, en general, el parque inmobiliario actual es el que contiene la mayor cantidad de las posibles ganancias de eficiencia energética.

APÉNDICE A: Sector residencial de América del Norte

Arquetipos del escenario de una ecología profunda y calendario desplegable, sector residencial

Por supuesto que ésta no es la única forma de alcanzar los resultados pretendidos, sino una de muchas posibilidades, cuya materialización dependerá de numerosos factores como presupuesto, tiempo, esfuerzo, región climática, características del sitio, etc. Los niveles de desempeño actualizado se presentan en términos del sistema de calificación de eficiencia energética EnerGuide for Houses (EGH) utilizado en Canadá,¹² que cuenta con el apoyo del ministerio de Recursos Naturales de Canadá. Los inspectores de vivienda que laboran en ese país están afiliados a la Asociación Canadiense de Inspectores de Vivienda e Inmuebles (*Canadian Association of Home and Property Inspectors*). Una vivienda canadiense típica recibe una calificación EGH de 72; si cumple con R-2000 su calificación EGH mínima será de 80 y si cumple con Energy Star su calificación EGH mínima será de 78.

Cuadro A1: Arquetipo SE1 residencial

(Ahorro energético aproximado de 80 a 85 por ciento en comparación con vivienda nueva en la línea de base, o calificación EnerGuide aproximada de 95)

Calefacción, ventilación, aire acondicionado	Eficiencia del quemador	Índice de eficiencia energética estacional (SEER) del A/C	Ventilación
	Electricidad: <ul style="list-style-type: none"> Bomba de calor Coficiente de desempeño (COP) de calefacción: 6 COP de enfriamiento: 10 	–	<ul style="list-style-type: none"> Ventiladores en control automático con motor ECM Ventilación con recuperación de calor (HRV) (90 por ciento de eficiencia, motor de 75W) Ventilación forzada para lograr 0.3 cambios de aire/hora (cah)
Hermeticidad	1.0 cah		
Agua caliente doméstica	Principal: <ul style="list-style-type: none"> Agua caliente solar, dos paneles, calificación CSIA (<i>Chimney Safety Institute of America</i>) según Enerworks Solar Calculator Secundaria: <ul style="list-style-type: none"> Gas natural: calentador instantáneo, factor de energía 0.83 150 L/día a 55 °C 		
Puertas	Dos puertas tamaño estándar de acero y poliuretano		

¹² Véase <<http://oee.nrcan.gc.ca/residential/personal/new-homes/upgrade-packages/rating.cfm?attr=4>>.

Ventanas	<ul style="list-style-type: none"> • Con marco de vinilo, triple acristalamiento, dos vidrios de baja emisividad con espacio aislado con argón, contraventanas aisladas (RSI 1), 50 por ciento móviles (guía con hoja corrediza), 50 por ciento fijas • BC North WWR reducido de 25 a 10 por ciento • AB North WWR reducido de 20 a 10 por ciento 			
Cargas internas	<ul style="list-style-type: none"> • 50 por ciento de valores por omisión de R-2000 (Electrodomésticos: 5 kWh/día, Iluminación: 1.5 kWh/día, Otros aparatos eléctricos: 1.5 kWh/día, Exterior: 2 kWh/día) • Dos adultos y dos niños en casa 50 por ciento del tiempo 			
Termostato	Punto de calefacción en 21 °C (19 °C sótano), Punto de enfriamiento en 25 °C			
Valores RSI del envolvente del edificio (m²°C/W)	Paredes	Techo	Cimientos	Cabezales
	7.5	12	3.52+1.76 (paredes), 1.4 (piso)	3.52

Supuestos del arquetipo residencial SE1:

- Ahorro de 50 por ciento en el desglose de consumo de electricidad de electrodomésticos:
Refrigerador/congelador: 1 kWh/día, estufa: 1.4 kWh/día, lavadora de ropa: 0.5 kWh/día, lavadora de platos: 0.82 kWh/día, secadora (se incluye en la carga exterior): 2 kWh/día.
- Cómo lograr los valores de aislamiento:
 - Cimientos: aislamiento externo rígido de 2", bloque interno R-20, placa inferior rígida de 2"
 - Pared: aislamiento externo rígido de 2", aislamiento interno de espuma de poliuretano de 5.5"
 - Techo: aislamiento de celulosa soplada R70 (aproximadamente 20").
- Consumo de 150 L/día de agua caliente a 55 °C (suponiendo cabezas de regadera de flujo bajo (1 GPM) y lavadoras de ropa y de platos más eficientes).
- Agua caliente solar: La calificación CSIA sigue siendo la misma que para 200 L/día de consumo de agua caliente, lo que significa que la eficiencia del colector debe mejorar 15 por ciento.
- La hermeticidad de 1.0 cah a 50 Pa no debe ser difícil de alcanzar suponiendo que se utilice aislamiento de espuma, el que reduce drásticamente la infiltración indeseada de aire a través del envolvente del edificio.

Cuadro A2: Arquetipo SE2 residencial

Vivienda de alta eficiencia (ahorro energético de entre 50 y 60 por ciento en comparación con vivienda nueva en la línea de base o calificación EnerGuide aproximada de 88)

Calefacción, ventilación, aire acondicionado	Eficiencia del quemador	SEER del A/C	Ventilación	
	<ul style="list-style-type: none"> Gas natural: <ul style="list-style-type: none"> • Condensación de alta eficiencia • 95 por ciento de eficiencia Petróleo: <ul style="list-style-type: none"> • Condensación de alta eficiencia • 95 por ciento de eficiencia Electricidad: <ul style="list-style-type: none"> • Bomba de calor • COP calefacción: 4 • COP enfriamiento: 5 	–	<ul style="list-style-type: none"> • Ventiladores en control automático con motor ECM • HRV (85 por ciento de eficiencia, motor de 100W) • Ventilación forzada para lograr 0.3 cah 	
Hermeticidad	1.0 cah			
Agua caliente doméstica	Principal: <ul style="list-style-type: none"> • Agua caliente solar, dos paneles, calificación CSIA según Enerworks Solar Calculator Secundaria: <ul style="list-style-type: none"> • Tanque de 40 galones • Gas natural: condensación, factor de energía de 0.86 • Petróleo: factor de energía de 0.7 • Electricidad: factor de energía de 0.822 • 200 L/día a 55 °C 			
Puertas	Dos puertas tamaño estándar de acero y poliuretano			
Ventanas	<ul style="list-style-type: none"> • Con marco de vinilo, triple acristalamiento, dos vidrios de baja emisividad con espacio aislado con argón, 50 por ciento móviles (guía con hoja corrediza), 50 por ciento fijas • Áreas de ventanas igual que en la línea de base excepto Yukón (véase cuadro 1: Especificaciones para ventanas) • Yukón, ventanas al norte con WWR reducido de 15 a 10 por ciento, ventanas al norte y al sur con contraventanas aisladas (RSI 1) que se cierran por la noche 			
Cargas internas	<ul style="list-style-type: none"> • 80 por ciento de valores por omisión de R-2000 (Electrodomésticos: 11.2 kWh/día, Iluminación: 2.4 kWh/día, Otros aparatos eléctricos: 2.4 kWh/día, Exterior: 3.2 kWh/día) • Dos adultos y dos niños en casa 50 por ciento del tiempo 			
Termostato	Punto de calefacción en 21 °C (19 °C sótano), punto de enfriamiento en 25 °C			
Valores RSI del envolvente del edificio (m²°C/W)	Paredes	Techo	Cimientos	Cabecales
	5.3	10.6	2.11+1.76 (pared), 1.4 (piso)	3.52

Supuestos del arquetipo residencial SE2:

- Explicación de la reducción de la carga eléctrica: 20 por ciento del ahorro debe lograrse con medidas simples como mejoras graduales en motores de electrodomésticos y en tecnología de aislamiento, mejoras en tecnología de iluminación (por ejemplo, mayor uso de diodos emisores de luz) y mejoras en consumo de energía y de electricidad en aparatos electrónicos conectados.
- Cómo lograr los valores de aislamiento:
 - Cimientos: aislamiento externo rígido de 2", bloque interno R-12, placa inferior rígida de 2"
 - Pared: aislamiento externo rígido de 2", bloque interno R-20
 - Techo: aislamiento de celulosa soplada R60 (aproximadamente 17").

Calendario desplegable

En el supuesto del escenario de una ecología profunda, SE2 logra la penetración total del mercado elegible a partir del siguiente año de edificación (2008) y comienza a descender entre 2015 y 2020, representando aproximadamente 50 por ciento de dicho mercado. SE1 comienza a penetrar al mercado elegible entre 2015 y 2020, representando el 50 por ciento restante, y logra la penetración total de dicho mercado hasta el final del periodo de estudio (2030). En el cuadro 3.1.4. se muestra el calendario de penetración del escenario de una ecología profunda.

Cuadro A3: Calendario de despliegue de arquetipos residenciales en el escenario de una ecología profunda

Arquetipo	2010	2015	2020	2025	2030
Nueva SE1	5%	20%	40%	75%	100%
Nueva SE2	95%	80%	60%	25%	0%
Renov SE1	0%	10%	20%	25%	35%
Renov SE2	100%	90%	80%	75%	65%
Reacon SE1	0%	0%	5%	10%	15%
Reacon SE2	100%	100%	95%	90%	85%

El calendario de despliegue también representa la penetración de bombas de calor geotérmico (o similares) en viviendas renovadas y reacondicionadas. Considerando que no todas las viviendas podrán albergar la infraestructura que precisa una bomba de calor geotérmico, el supuesto es que la penetración del arquetipo más eficiente, el SE1, al mercado habitacional existente no será perceptible, salvo por el supuesto de que 10 por ciento de las renovaciones y reacondicionamientos en Quebec incluirán la instalación de dichas bombas entre 2015 y 2030.

Sustitución natural de equipo

Las siguientes tasas de reposición y mejoras en consumo de energía son supuestos del escenario de una ecología profunda:

Cuadro A4: Sustitución natural de equipo en el escenario de una ecología profunda

	Frecuencia de sustitución* (años)	Porción anual del parque (%)	Reducción de energía (%)				
			2010	2015	2020	2025	2030
Electrodomésticos	15	6.7	30	20	15	10	10
Calefacción	15	6.7	20	20	30	35	40
Aire acond.	15	6.7	15	15	15	15	15
Agua caliente	10	10	30	10	10	10	10
Alumbrado	5	20	75	10	10	10	10

*Tasa de sustitución de *ASHRAE Applications 2003*, capítulo 36, cuadro 3

Cabe hacer notar que las reducciones de energía son relativas al parque del año marcador anterior, por lo que en la práctica las reducciones aumentan al compararlas con el parque inmobiliario de 2005.

La reducción en el consumo de energía de electrodomésticos ocurrirá principalmente en refrigeradores, lavadoras de platos y lavadoras de ropa. Las mejoras a sistemas de calefacción incluyen la sustitución de quemadores ventilados por quemadores de condensación de alta eficiencia, y que después una parte de la población cambie a bombas de calor geotérmico. Las mejoras al sistema de enfriamiento constan de la simple sustitución de los acondicionadores de aire por unidades con un índice de eficiencia energética estacional (SEER) más alto, combinadas a la larga con la espiral geotérmica usada para calefacción. El ahorro en energía para agua caliente de uso doméstico se obtiene reduciendo el uso de agua caliente en el hogar y utilizando tecnologías como la de recuperación de calor del agua de desagüe. Entre las modificaciones al sistema de agua caliente doméstica están el cambio a calentadores de paso instantáneos de gas natural y colectores de agua caliente solar. Para el alumbrado, la intención era modelar el impacto de la eliminación de la mayor parte del alumbrado incandescente en los hogares para 2010 y después introducir ahorros de energía menos drásticos hasta 2030, como iluminación con diodos emisores de luz, atenuación digital de la luz, aprovechamiento de la luz natural y sensores de presencia u ocupación.

APÉNDICE B: Sector comercial de América del Norte

Arquetipos del escenario y calendario desplegable, sector comercial

Para las edificaciones comerciales también se definieron dos arquetipos de edificación de alta eficiencia, los que se pueden comparar contra la norma CBIP, así como contra la norma C-2000 en Canadá. Un inmueble comercial típico recién construido consume alrededor de 15 por ciento más energía que uno construido según la norma CBIP. En el **apéndice A** se muestran supuestos adicionales relativos a ahorros en uso final.

Se utilizaron los siguientes factores de escala para edificaciones nuevas, renovadas o reacondicionadas. Todas las reducciones son en comparación con edificaciones nuevas en la Línea de Base.

Cuadro B1: Arquetipo SE1 comercial

(Ahorro aproximado de 60 por ciento en comparación con edificaciones nuevas en la Línea de Base o 10 por ciento mejor que C-2000)

Calefacción, ventilación, aire acondicionado	Eficiencia de la caldera	SEER del A/C	Ventilación
	Electricidad: <ul style="list-style-type: none"> Bomba de calor COP calefacción: 3 SEER enfriamiento: 14 Gas natural: <ul style="list-style-type: none"> 95 por ciento caldera de condensación 	–	<ul style="list-style-type: none"> Recuperación de calor (40-80 por ciento de eficiencia) Ventilación controlada por la demanda (DCV) Ventiladores de velocidad variable Ventilación de desplazamiento
Agua caliente doméstica	<ul style="list-style-type: none"> Reducción agua caliente 0-70 por ciento Principal: <ul style="list-style-type: none"> Agua caliente solar (fracción solar: 60 por ciento) Secundaria: <ul style="list-style-type: none"> Gas natural: calentadores de condensación 85-95 por ciento 		
Ventanas	<ul style="list-style-type: none"> U_{si} 0.94-1.68 Coefficiente de sombreado 30-50 por ciento FWR 40-60 por ciento 		
Valores RSI del envolvente del edificio (m^2C/W)	Paredes	Techo	
	3.5-5.0	3.5-5.5	
Alumbrado	<ul style="list-style-type: none"> Iluminación natural y controles de ocupación LPD: 4.0-7.0 W/m² 		

Cuadro B2: Arquetipo SE2 comercial

(Ahorro aproximado de 35 por ciento en comparación con viviendas nuevas en la línea de base o 20 por ciento mejor que CBIP)

Calefacción, ventilación, aire acondicionado	Eficiencia del quemador	SEER del A/C	Ventilación
	Gas natural, eléctrico: <ul style="list-style-type: none"> • calentadores de modulación, condensación o eléctricos 82-100 por ciento 	Bomba de calor: SEER 14	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación de calor (40 por ciento de eficiencia) • Algunos ventiladores de velocidad variable
Agua caliente	Principal: <ul style="list-style-type: none"> • Agua caliente solar (fracción solar: 50 por ciento) Secundaria: <ul style="list-style-type: none"> • Calentador de gas o eléctrico 80-100 por ciento 		
Ventanas	<ul style="list-style-type: none"> • Coeficiente de sombreado U_{si} 1.6-1.9, 40-56 por ciento • FWR 40-60 por ciento 		
Valores RSI del envolvente del edificio (m^2C/W)	Paredes	Techo	
	2.5-4.5	2.5-4.0	
Alumbrado	<ul style="list-style-type: none"> • LPD: 9.0-10.0 W/m² 		

Supuestos del arquetipo comercial:

- La reducción en el consumo de energía para ventilación y bombeo se debe sobre todo a un mayor uso de motores ECM.
- Las mejoras al sistema de calefacción incluyen la sustitución de quemadores ventilados por quemadores de condensación de alta eficiencia o calentadores de condensación, y después el cambio a bombas de calor geotérmico.
- Las mejoras al sistema de enfriamiento constan de la simple sustitución de los acondicionadores de aire por una unidad con un SEER más alto, combinadas a la larga con la espiral geotérmica utilizada para calefacción.
- El ahorro en energía para agua caliente de uso doméstico se obtiene reduciendo el uso de agua caliente en el hogar y utilizando tecnologías como la de recuperación de calor del agua de desagüe. Entre las modificaciones al sistema de agua caliente doméstica están el cambio a calentadores de paso instantáneos de gas natural y colectores de agua caliente solar.
- El ahorro en alumbrado implica migrar a tecnología T5 o T8 de alta eficiencia y a la larga iluminación con diodos emisores de luz, atenuación digital de la luz, aprovechamiento de la luz natural y sensores de presencia u ocupación.

Arquetipos de edificación en la línea de base

El crecimiento en las edificaciones comerciales es sumamente variable, dependiendo del sector. Hoteles, restaurantes, edificios de oficinas, comercio al menudeo y entretenimiento son los que registran mayor crecimiento, a diferencia del sector educativo, que observa un crecimiento negativo, en tanto que hospitales y estructuras religiosas acusan un crecimiento menor.

Los sectores con mayor crecimiento de México muestran tendencias similares a los de Canadá, aunque el crecimiento en el sector educativo también es importante. En el caso de México no se consideraron las estructuras religiosas porque no existen datos al respecto.

Cuadro B3: Mejoramiento del parque existente y renovado en el escenario BAU

Mejoramiento del parque existente y renovado en el escenario BAU						
Sector	Cambio en la intensidad de la energía (GJ/m ²), por uso final					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Calefacción		-1.75%	-0.62%	-0.35%	-0.35%	-0.35%
Agua caliente		-3.84%	-1.38%	-0.68%	-0.68%	-0.68%
Equipo auxiliar		4.92%	11.24%	10.74%	10.74%	10.74%
Motores auxiliares		2.11%	4.81%	4.63%	4.63%	4.63%
Alumbrado		-5.36%	-3.42%	0.91%	0.91%	0.91%
Acondicionamiento aire		-2.91%	-1.93%	-1.68%	-1.68%	-1.68%

Los porcentajes de los diversos combustibles se tomaron de la base de datos *Comprehensive Energy Use Database* (CEUD) de NRCan para todas las provincias excepto Columbia Británica y Ontario. Para estas dos provincias, tales porcentajes se obtuvieron de archivos internos y estudios a fondo que se están llevando a cabo, lo que básicamente ocasionó que el porcentaje de la electricidad se incrementara para Columbia Británica y Ontario en los rubros de calefacción y agua caliente doméstica, ya que se consideró que los datos de NRCan subestimaban el uso de la electricidad para estas dos provincias.

La tasa de renovación se obtuvo de la vida de servicio útil que es común en las edificaciones comerciales por sector, en donde vida de servicio se define como el tiempo ordinario en que un inmueble proporciona los servicios y beneficios para los que fue construido. Por lo tanto, vida de servicio se puede interpretar como el tiempo entre renovaciones mayores del propio inmueble y del equipo que contiene.

Cuadro B4: Tasas de renovación para Canadá y México

Sector	Tasa de renovación (%)
Bodegas	4.27
Hoteles y restaurantes	2.66
Edificios de oficinas	2.89
Comercios mayoristas y minoristas	4.27
Cines e instalaciones recreativas	2.66
Estructuras religiosas	1.94
Hospitales y centros de salud	2.28
Escuelas primarias y secundarias	2.25
Otras instituciones	2.59

Para determinar el consumo de energía de edificaciones nuevas se usaron datos de estudios realizados para Enbridge Gas y Ontario Power Authority (OPA) con respecto a la reducción típica de la intensidad de energía por uso final entre nuevas edificaciones construidas en Ontario y el parque inmobiliario existente en dicha provincia, sobre todo en grandes oficinas y pequeños comercios. Después, esta fracción representativa se aplicó a todas las edificaciones comerciales de todo Canadá.

Cuadro B5: Reducción por uso final entre parque existente y edificaciones nuevas

Reducción por uso final entre parque inmobiliario existente y edificaciones nuevas						
Sector	Calefacción	Agua caliente	Equipo auxiliar	Motores auxiliares	Alumbrado	Aire acondicionado
Ahorro por uso final	-31%	-23%	-34%	-29%	-25%	-22%

Para predecir el cambio en la intensidad de energía de las edificaciones nuevas hasta 2030 se utilizaron algunos datos del *Canadian Energy Outlook* de NRCan, así como supuestos fundamentados. Considerando que las edificaciones nuevas son las más afectadas por los cambios en el código de construcción, el supuesto fue que en ellas se encontrarían reducciones más drásticas en la intensidad de uso final, principalmente en los rubros de calefacción, aire acondicionado y alumbrado. En las áreas de agua caliente y motores auxiliares habría ligeras mejoras, pero se supuso que el equipo auxiliar permanecería más o menos estático.

Cuadro B6: Mejoramiento de edificaciones nuevas en el escenario BAU

Mejoramiento de edificaciones nuevas en el escenario BAU						
Sector	Cambio en la intensidad de la energía (GJ/m ²), por uso final					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Calefacción		- 1.75%	- 15.00%	- 0.35%	- 0.35%	- 10.00%
Agua caliente		- 3.84%	-10%	- 0.68%	- 0.68%	-5.00%
Equipo auxiliar		4.92%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Motores auxiliares		2.11%	-5%	0.00%	0.00%	-5.00%
Alumbrado		- 5.36%	-20%	0.00%	0.00%	- 10.00%
Aire acondicionado		- 2.91%	-10%	- 1.68%	- 1.68%	- 10.00%

Calendario desplegable

En el supuesto del escenario de una ecología profunda, SE2 logra la penetración total del mercado elegible entre el siguiente año de edificación (2008) y comienza a descender entre 2015 y 2020, representando aproximadamente 50 por ciento de dicho mercado. SE1 comienza a penetrar el mercado elegible entre 2015 y 2020, representando el 50 por ciento restante, y logra la penetración total de dicho mercado hasta el final del periodo de estudio (2030). En el cuadro 3.3.8 se muestra el calendario de penetración del escenario de una ecología profunda.

Cuadro B7: Calendario de despliegue de arquetipos comerciales en el escenario de una ecología profunda

Arquetipo	2010	2015	2020	2025	2030
Nueva SE1	5%	20%	40%	75%	100%
Nueva SE2	95%	80%	60%	25%	0%
Renov SE1	5%	15%	25%	35%	50%
Renov SE2	95%	85%	75%	65%	50%
Reacon SE1	0%	0%	5%	10%	15%
Reacon SE2	100%	100%	95%	90%	85%

El calendario de despliegue también representa la penetración de bombas de calor geotérmico (o similares) en edificaciones renovadas y reacondicionadas. Considerando que no todos los inmuebles podrán albergar la infraestructura que precisa una bomba de calor geotérmico, se supone que el arquetipo más eficiente, el SE1, penetrará hasta un máximo de 50 por ciento del mercado existente (25 por ciento de reacondicionamientos y renovaciones entre 2015 y 2020, 50 por ciento entre 2020 y 2030).

Sustitución natural de equipo

Se tomaron como supuestos las siguientes tasas de reposición y mejoras en consumo de energía:

Cuadro B8: Sustitución natural de equipo

	Frecuencia de sustitución* (años)	Porción anual del parque (%)	Reducción de energía (%)				
			2010	2015	2020	2025	2030
Ventilación, bombeo	20	5.0	10	10	10	10	10
Calefacción	30	3.3	20	20	30	35	40
Aire acond.	20	5.0	15	15	15	15	15
Agua caliente	30	3.3	30	10	10	10	10
Alumbrado	15	6.7	30	10	10	10	10

*Tasa de sustitución de *ASHRAE Applications 2003*, capítulo 36, cuadro 3

Cabe hacer notar que las reducciones de energía son relativas al parque del año marcador anterior, por lo que en la práctica las reducciones aumentan al compararlas con el parque inmobiliario de 2005.