

Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos

residential
services
industry
transport



Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

The International Energy Agency (IEA), an autonomous agency, was established in November 1974. Its primary mandate was – and is – two-fold: to promote energy security amongst its member countries through collective response to physical disruptions in oil supply, and provide authoritative research and analysis on ways to ensure reliable, affordable and clean energy for its 29 member countries and beyond. The IEA carries out a comprehensive programme of energy co-operation among its member countries, each of which is obliged to hold oil stocks equivalent to 90 days of its net imports. The Agency's aims include the following objectives:

- Secure member countries' access to reliable and ample supplies of all forms of energy; in particular, through maintaining effective emergency response capabilities in case of oil supply disruptions.
- Promote sustainable energy policies that spur economic growth and environmental protection in a global context – particularly in terms of reducing greenhouse-gas emissions that contribute to climate change.
 - Improve transparency of international markets through collection and analysis of energy data.
 - Support global collaboration on energy technology to secure future energy supplies and mitigate their environmental impact, including through improved energy efficiency and development and deployment of low-carbon technologies.
 - Find solutions to global energy challenges through engagement and dialogue with non-member countries, industry, international organisations and other stakeholders.

IEA member countries:

Australia
Austria
Belgium
Canada
Czech Republic
Denmark
Estonia
Finland
France
Germany
Greece
Hungary
Ireland
Italy
Japan
Korea
Luxembourg
Netherlands
New Zealand
Norway
Poland
Portugal
Slovak Republic
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
United Kingdom
United States



**International
Energy Agency**
Secure
Sustainable
Together

© OECD/IEA, 2016

International Energy Agency
9 rue de la Fédération
75739 Paris Cedex 15, France

www.iea.org

Please note that this publication is subject to specific restrictions that limit its use and distribution.

The terms and conditions are available online at www.iea.org/t&c/

The European Commission also participates in the work of the IEA.

Prólogo

La eficiencia energética cobra una elevada prioridad en la agenda política. De hecho, existen muy pocos países que no tengan el objetivo de ser menos energointensivos, consumir menos energía y disminuir sus emisiones de dióxido de carbono.

Si se desea evitar un aumento de 5 o 6 grados centígrados en la temperatura mundial hasta finales del siglo, será necesario lanzar programas ambiciosos de eficiencia energética en todo sector y en cada país. En la primera edición de su *Energy Efficiency Market Report*, la Agencia Internacional de Energía (AIE) eleva el estatus de la eficiencia energética de “combustible oculto” a “nuestro primer combustible” y con buena razón. Este hecho se encuentra alineado con los análisis de los informes *World Energy Outlook* y *Energy Technology Perspectives*, en los cuales se demuestran que de hecho un 40% de la energía del mañana podrá provenir de los avances en la eficiencia energética.

No obstante, las intenciones no siempre son seguidas de acciones. Pese al fuerte consenso en apoyo a la eficiencia energética, las cifras evidencian que el efecto de la eficiencia energética en la demanda se ha reducido a la mitad en comparación con los 20 años anteriores.

Hay varias explicaciones posibles de la brecha entre los enunciados y la acción, pero una de las principales es la carencia de datos precisos para la elaboración de indicadores adecuados. Por ejemplo, ¿en cuántos países se conoce el consumo energético de los electrodomésticos, la energía utilizada por las oficinas para fines de calefacción, o por los camiones en el transporte de carga? Se desconoce no sólo dicho consumo energético, sino además las cifras de las actividades correspondientes (número de electrodomésticos, área calentada o toneladas por kilómetro).

Sin datos no hay indicadores y, sin éstas, es obviamente difícil –si no imposible– una evaluación sólida de la situación. Esto a su vez dificulta tanto la optimización de las medidas y políticas como el monitoreo de los avances y las falencias.

Con frecuencia se plantea la falta de recursos, pericia, conocimientos técnicos y procedimientos como motivo de la carencia de datos e indicadores. No obstante, alrededor del mundo existen prácticas de sondeo, medición y modelización. Es cuestión de tomarse el tiempo para analizar estas medidas y ponerlas a la disposición de todos.

Y este es precisamente el propósito del presente Manual. Después de los capítulos iniciales, dedicados a identificar los indicadores más comunes para los cuatro sectores principales y los datos que los fundamentan, se describe más de 160 prácticas empleadas en todo el mundo para recopilar la información necesaria para la formulación de dichos indicadores.

Estos procedimientos abarcan las cuatro metodologías principales para la recopilación de datos: fuentes administrativas, sondeos, medición y modelización. Cada práctica es presentada en un mismo formato, a fin de ayudar al lector a identificar la información y comparar las prácticas. Entre los objetivos del presente Manual se incluye el intercambio de experiencias y la formación de contactos y vínculos entre los usuarios y países.

En el año 2005, conjuntamente con Eurostat, la AIE lanzó su *Manual de Estadísticas Energéticas*, el cual resultó un éxito rotundo mediante la distribución de decenas de miles de ejemplares alrededor del mundo en diez idiomas. Es mi anhelo sincero que el presente Manual tenga el mismo destino. Si es leído y aprovechado por miles de estadísticos, analistas y formuladores de políticas, redundará en mayores y mejores datos, la elaboración de indicadores sólidos y la optimización de las políticas y acciones, resultando finalmente en cuantiosos avances en la eficiencia energética en todos los sectores y países.

El presente Manual es acompañado y complementado por el documento *Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making*. Mientras que *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* se centra en qué información utilizar y cómo recopilarla, el otro informe tiene como propósito proporcionar a los analistas energéticos y formuladores de políticas las herramientas necesarias para determinar los campos prioritarios para la elaboración de indicadores y la selección y producción de los datos e indicadores que mejor apoyo brindarán al establecimiento de las políticas de eficiencia energética.

Es enorme y desafiante el reto de reducir el consumo energético, que únicamente será posible si todos actuamos en conjunto, compartiendo prácticas y experiencias. Es por este motivo que aprecio de modo particular a todos aquellos que generosamente han compartido sus enfoques, que echa buenos cimientos sobre los cuales construir una mayor cooperación.

La gente suele decir que todo comienza con las estadísticas. Esperemos que el presente Manual Estadístico constituya un punto de partida hacia la transformación del concepto de la eficiencia energética en una realidad.

El presente informe es publicado bajo mi autoridad como Directora Ejecutiva de la AIE.

Maria van der Hoeven

Directora Ejecutiva
Agencia Internacional de Energía

Reconocimientos

El presente Manual fue preparado por el Energy Data Centre de la Agencia Internacional de Energía en cooperación con la *Energy Technology Policy Division* de la AIE.

Fue diseñado y dirigido por **Jean-Yves Garnier**, Jefe del Energy Data Centre, y **Roberta Quadrelli** fue la responsable de la administración general y terminación del Manual. **Anna Zyzniewski** aportó en buena parte a su elaboración inicial, particularmente la organización del sondeo sobre las buenas y mejores prácticas, y **Taejin Park** jugó un papel decisivo en la fase de finalización de la obra.

Aunque resulta difícil enumerar a todo aquel que han aportado a su publicación, se agradece de manera especial a **Paolo Canfora**, **Davide d'Ambrosio**, **Mieke Reece** y **Robert Schnapp** del *Energy Data Centre*, y a **François Cuenot**, **Emer Dennehy**, **Jean-François Gagné**, **Cecilia Tam** y **Nathalie Trudeau** de la *Energy Technology Policy Division*; a **Robert Tromop** de la *Energy Efficiency and Environment Division*; y a **Mario Barreto** del *International Transport Forum*.

Durante sus primeras etapas y a lo largo de su desarrollo, se tuvo el beneficio del apoyo y las orientaciones de la red ODYSSE-MURE, en particular de **Didier Bosseboeuf** y **Bruno Lapillonne**.

Se expresa un agradecimiento especial a **Sharon Burghgraeve** por el enorme trabajo y paciencia que dedicó al formateo, reformateo y re-reformateo del documento; a **Erin Crum** y **Cheryl Haines** por su agudeza durante la edición final; y a la *Communication and Information Office* de la AIE, en particular a **Muriel Custodio**, **Rebecca Gaghen** y **Bertrand Sadin** por dar vida al documento.

La Secretaría de la AIE desea además agradecer los aportes indirectos de los participantes en los tres talleres que prepararon el camino para la elaboración del Manual, así como a las numerosas personas de las administraciones, organizaciones y empresas que nos enviaron comentarios y ejemplos de las prácticas que siguen en la recopilación de estadísticas para la preparación de los indicadores de eficiencia energética en un sector determinado. Sin su apoyo invaluable, no habría sido posible armar el *Manual de Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos*.

Esta traducción fue realizada en el marco del programa para la Eficiencia Energética en Economías Emergentes de la AIE. La AIE agradece al Gobierno de Dinamarca y a la Comisión Europea por el financiamiento de este programa.

Tabla de Contenidos

1 Introducción

1. ¿Por qué un manual? 13
2. Concepto general del Manual 14
3. Anexo sobre la recopilación de prácticas..... 14
4. Empleo más general del Manual 15

2 ¿Qué son los indicadores de eficiencia energética?

1. Indicadores 17
2. Eficiencia energética 17
3. Indicadores de eficiencia energética..... 18
4. Entonces, ¿qué hacer con los indicadores? 19

3 Cómo recopilar los datos para los indicadores de eficiencia energética

1. Dos principios básicos 21
2. ¿Qué sectores y usos finales deben ser considerados?..... 23
3. ¿Cómo recopilar los datos? 28

4 Qué datos recopilar en el sector residencial y cómo hacerlo

1. ¿Qué significa y qué abarca el sector residencial? 37
2. ¿Por qué es importante el sector residencial? 39
3. ¿Cuáles son los principales usos finales que impulsan el consumo en el sector? 42
4. ¿Qué indicadores son los más utilizados? 46
5. Datos subyacentes detrás de los indicadores..... 54
6. ¿Cómo recopilar los datos? 60

5 Qué datos recopilar en el sector de servicios y cómo hacerlo

1. ¿Qué significa y qué abarca el sector de servicios? 71
2. ¿Por qué es importante el sector de servicios? 72
3. ¿Cuáles son los principales usos finales que impulsan el consumo en el sector? 75

4. ¿Qué indicadores son los más utilizados?	77
5. Datos subyacentes detrás de los indicadores.....	85
6. ¿Cómo recopilar los datos?	89

6 Qué datos recopilar para el sector industrial y cómo hacerlo

1. ¿Qué significa y qué abarca el sector industrial?	101
2. ¿Por qué es importante el sector industrial?	104
3. ¿Cuáles son los principales subsectores que impulsan el consumo industrial?.....	106
4. ¿Qué indicadores son los más utilizados?	110
5. Datos subyacentes detrás de los indicadores.....	115
6. ¿Cómo recopilar los datos?	118

7 Qué datos recopilar para el sector de transporte y cómo hacerlo

1. ¿Qué significa y abarca el sector de transporte?	131
2. ¿Por qué es relevante el sector de transporte?	134
3. ¿Cuáles son los principales subsectores y modalidades que impulsan el consumo en el sector de transporte?	137
4. ¿Qué indicadores son los más utilizados?	142
5. Datos subyacentes detrás de los indicadores.....	148
6. ¿Cómo recopilar los datos?	153

8 Validación de los datos

1. ¿Por qué es importante validar los datos?	167
2. ¿Cuáles son los principales criterios para la validación de los datos?	167
3. ¿Cómo deben ser validados los datos para cada sector de uso final?	170

9 Difusión de los datos

1. ¿Por qué es importante la difusión?.....	181
2. ¿Cuáles son los principios básicos a seguir?	182
3. ¿Qué medios de difusión deben ser utilizados?	184
4. Algunos ejemplos de prácticas de difusión.....	184

Anexos

Anexo A	
Abreviaturas, siglas y unidades de medida.....	197
Anexo B	
Definición de los sectores.....	199
Anexo C	
Corrección por temperatura y grados día de calefacción	201
Anexo D	
Recopilación de prácticas de países.....	203
Anexo E	
Referencias.....	205
Anexo F	
Notas país.....	207

Lista de figuras

Figura 3.1	Desglose del consumo final total por sector en dos países hipotéticos	21
Figura 3.2	Desglose del consumo energético industrial y de transporte por subsector para dos países hipotéticos	22
Figura 3.3	Participación mundial de los sectores en el consumo final total (años 1973 y 2011)	24
Figura 3.4	Desagregación esquemático del consumo final total en sectores y subsectores o usos finales.....	25
Figura 3.5	Representación esquemática del pirámide de indicadores energéticos de la AIE	27
Figura 3.6	Comparación entre las encuestas y los censos	31
Figura 3.7	Esquema de un modelo de transporte: fuentes, datos de salida y cotejado	35
Figura 4.1	Consumo de determinados energéticos en el sector residencial como proporción del consumo final total del mundo (2011).....	39
Figura 4.2	Participación del sector residencial en el consumo final total de determinados países (2011).....	40
Figura 4.3	Participación de varios energéticos en el consumo residencial mundial.....	41
Figura 4.4	Desglose del consumo residencial por uso final en 19 países miembro de la OCDE.....	44
Figura 4.5	Pirámide de indicadores residenciales	47
Figura 4.6	Pirámide de indicadores residenciales para la calefacción	48
Figura 4.7	Pirámide de indicadores de enfriamiento residencial	49
Figura 4.8	Pirámide de indicadores para el calentamiento de agua residencial	50
Figura 4.9	Pirámide de indicadores para la iluminación residencial	51

Figura 4.10	Pirámide de indicadores para la cocción residencial	51
Figura 4.11	Pirámide de indicadores residenciales para electrodomésticos	52
Figura 4.12	Diagrama de flujo agregado de los datos de consumo energético necesarios para los indicadores residenciales de eficiencia energética.....	55
Figura 4.13	Diagrama de flujo agregado de los principales datos por actividad, necesarios para los indicadores residenciales de eficiencia energética	58
Figura 5.1	Proporción del sector de servicios en el CFT de países seleccionados (2011)	73
Figura 5.2	Participación del sector de servicios en el consumo final total mundial de fuentes de energía seleccionadas (2011)	74
Figura 5.3	Participación de varios energéticos en el consumo mundial del sector de servicios.....	75
Figura 5.4	Desglose del consumo en el sector de servicios por uso final en cinco países selectos de la OCDE	77
Figura 5.5	Pirámide de indicadores del sector de servicios	78
Figura 5.6	Pirámide de indicadores para la calefacción en el sector de servicios...80	
Figura 5.7	Pirámide de indicadores de enfriamiento en el sector de servicios...81	
Figura 5.8	Pirámide de indicadores para el calentamiento de agua en el sector de servicios	82
Figura 5.9	Pirámide de indicadores de iluminación en el sector de servicios83	
Figura 5.10	Pirámide de indicadores para otros equipos en el sector de servicios...85	
Figura 5.11	Diagrama de flujo de los datos agregados de consumo energético necesarios para los indicadores de eficiencia energética del sector de servicios	86
Figura 5.12	Diagrama de flujo agregado de los principales datos por actividad, necesarios para los indicadores de eficiencia energética del sector de servicios	89
Figura 6.1	Participación del sector industria del consumo final total de países selectos (2011).....	103
Figura 6.2	Proporciones de diversas fuentes energéticas en el consumo total del sector industrial	104
Figura 6.3	Proporción del sector industrial en el CFT mundial para fuentes de energía seleccionadas (2011)	105
Figura 6.4	Desglose del consumo industrial del año 2011 por subsector para el mundo y la OCDE	106
Figura 6.5	Pirámide de indicadores en el sector industrial.....	111
Figura 6.6	Pirámide de indicadores en los subsectores industriales.....	112
Figura 6.7	Diagrama de flujo agregado de los datos de consumo energético requeridos para los indicadores de eficiencia energética en el sector industrial	114
Figura 6.8	Diagrama de flujo agregado de los principales datos por actividad requeridos para los indicadores de eficiencia energética en el sector industrial	117
Figura 7.1	Participación del sector de transporte en el consumo final total de países seleccionados (2011).....	135
Figura 7.2	Participación del sector de transporte en el consumo final total mundial de fuentes energéticas seleccionadas (2011)	136

Figura 7.3	Participación de las diversas fuentes en el consumo mundial de energía para el transporte.....	137
Figura 7.4	Consumo energético por subsector para el mundial total en transporte	140
Figura 7.5	Consumo energético por subsector y modalidad/tipo de vehículo para el transporte de pasajeros y de mercancías (en 23 países de la OCDE, 2010).....	140
Figura 7.6	Consumo energético por fuente de energía para el transporte de pasajeros y mercancías (para 23 países de la OCDE, 2010)....	141
Figura 7.7	Pirámide de indicadores del transporte.....	143
Figura 7.8	Pirámide de indicadores del transporte de pasajeros.....	144
Figura 7.9	Pirámide de indicadores del transporte de mercancías	146
Figura 7.10	Diagrama de flujo de los datos agregados de consumo energético, requeridos para los indicadores de eficiencia en el transporte	149
Figura 7.11	Diagrama de flujo agregado de los principales datos de actividad necesarios para los indicadores de eficiencia energética del transporte	150
Figura 7.12	Esquema de un modelo de transporte	165
Figura 8.1	Consumo energético de un subsector industrial de un país, en basado al balance energético y los datos de eficiencia energética presentados a la AIE.	169
Figura 8.2	Participación de la calefacción en el consumo energético del sector residencial, en 20 países de la OCDE durante el año 2010.....	171
Figura 8.3	Participación total de los electrodomésticos en el consumo energético residencial de 20 países de la OCDE durante el año 2010.....	172
Figura 8.4	Rangos de intensidad por valor añadido en determinados subsectores industriales en 23 países de la OCDE al año 2010 (basado en la paridad de poder adquisitivo constante en USD al año 2005)	176
Figura 8.5	Rangos de intensidad por unidad de producción física para determinados subsectores industriales en 15, 24 y 11 países de la OCDE al año 2010	176
Figura 8.6	Rangos de consumo energético reportados por pkm y por tkm para el transporte de pasajeros y de carga, para una selección de 20 países de la OCDE	179
Figura D.1	Cómo leer la plantilla de una práctica.....	203

Lista de tablas.....

Tabla 3.1	Ventajas y desventajas de la utilización de fuentes administrativas de datos	30
Tabla 3.2	Ventajas y desventajas de la aplicación de encuestas	31
Tabla 3.3	Ventajas y desventajas de la medición	34
Tabla 3.4	Ventajas y desventajas de la modelización	35
Tabla 4.1	Resumen de los indicadores más comunes en el sector residencial	53

Tabla 4.2	Resumen de los principales datos necesarios para los indicadores residencial y ejemplos de posible fuentes y metodologías	60
Tabla 5.1	Ejemplos de categorías en el sector de servicios y sus respectivas unidades de actividad.....	79
Tabla 5.2	Lista resumida de los indicadores más comunes del sector de servicios ...	84
Tabla 5.3	Resumen de las principales variables necesarias para los indicadores del sector de servicios y ejemplos de posibles fuentes y metodologías	90
Tabla 6.1	Ejemplos de procesos típicos o tipos de productos en determinados subsectores industriales.....	109
Tabla 6.2	Lista resumida de los indicadores más comunes para los datos del sector industrial	113
Tabla 6.3	Resumen de las variables requeridas para los indicadores industriales y ejemplos de posibles fuentes y metodologías.	118
Tabla 7.1	Modalidades/tipos de vehículos seleccionados por segmento y por subsector.....	138
Tabla 7.2	Resumen de los indicadores más comunes para el transporte	147
Tabla 7.3	Resumen de los principales datos necesarios para los indicadores de transporte y ejemplos de posibles fuentes y metodologías	154
Tabla 7.4	Esquema de algunas metodologías para la recopilación de datos viales	166
Tabla 8.1	Rangos del CEU promedio para determinados electrodomésticos, observados en una selección de 14 países de la OCDE.....	173
Tabla 8.2	Rangos anuales de carga y distancia recorrida, reportados para un grupo de 20 países de la OCDE en el año 2010.....	178
Tabla B.1	Correspondencia de los sectores con la CIIU, Revisión 4	199

Lista de cuadros.....

Cuadro 2.1	“Utilice las escaleras – sea más eficiente”	18
Cuadro 2.2	¿La intensidad energética es un indicador de eficiencia energética?	19
Cuadro 3.1	¿Qué es un balance energético?	23
Cuadro 3.2	Recopilación de datos para indicadores de eficiencia energética en la AIE	28
Cuadro 5.1	Algunas fuentes administrativas internacionales para el sector inmuebles.....	91
Cuadro 5.2	Algunas fuentes internacionales de datos macroeconómicos	93
Cuadro 6.1	Fuentes internacionales de los datos de la industria	120
Cuadro 6.2	<i>Benchmarking</i> en el sector industrial.....	126
Cuadro 7.1	Cálculos de los datos de la actividad de transporte.....	151
Cuadro 7.2	Algunas fuentes internacionales de los datos de transporte.....	157
Cuadro 7.3	Ejemplo de modelización del transporte: El Modelo de Movilidad (MoMo) de la AIE.....	165
Cuadro 7.4	Enfoque en la carretera: Resumen de las principales metodologías de recopilación de datos	166
Cuadro 9.1	Los mensajes deben ser cortos pero claros	183
Cuadro C.1	Posibles fuentes de datos meteorológicos	202

1 ¿Por qué un manual?

En el año 2005, la Agencia Internacional de Energía (AIE) lanzó su *Manual de Estadísticas Energéticas* en cooperación con Eurostat, para ayudar a que los estadísticos comprendieran mejor los fundamentos de las estadísticas energéticas y facilitar la preparación de unos cuestionarios anuales sobre energía. De hecho, el manual respondió a varias preocupaciones, incluida la acelerada renovación del personal en los despachos y ministerios encargados del tema y la necesidad de actualizar rápidamente a sus nuevos integrantes.

El éxito de dicho manual superó en mucho las expectativas iniciales, ya que decenas de miles de ejemplares del mismo fueron distribuidos alrededor del mundo en diez idiomas. Sin duda, esto aportó al aumento de la calidad de las estadísticas energéticas en todo el planeta.

Cuatro años después, en la Reunión Ministerial de la AIE en el año 2009, los ministros resolvieron lanzar un nuevo cuestionario anual dedicado a las estadísticas requeridas para la elaboración de los indicadores de eficiencia energética. Desde ese entonces, la AIE ha recopilado cada año tales datos entre los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). La información reunida es utilizada en la preparación de indicadores y para alimentar a tales análisis como el informe anual del mercado de eficiencia energética (*Energy Efficiency Market Report*), lanzado por la AIE en el año 2013.

La calidad y cobertura de los cuestionarios recibidos por la AIE, mejora con los años. Sin embargo, existe entre los estadísticos y analistas de los países una creciente demanda de orientaciones sobre qué datos deben ser recopilados para cuáles indicadores y, lo que es más importante, las mejores formas de reunir tal información.

En respuesta a este requerimiento, la AIE emprendió un sondeo mundial para recopilar un máximo de buenas y mejores prácticas para la recopilación de estadísticas en la elaboración de los indicadores. Fue masiva la participación de los países y las organizaciones, resultando en una colección de más de 200 prácticas interesantes entre sondeos, mediciones y modelizaciones para los sectores residenciales, de servicios, industriales y de transporte en todas partes del mundo.

La participación espontánea y el estímulo que recibimos de los países, fueron elementos decisivos en motivar a que la AIE iniciara la elaboración de un manual estadístico sobre indicadores de eficiencia energética. Sin embargo, en línea con el *Manual de Estadísticas Energéticas*, la AIE quería que este nuevo manual fuera lo más útil y fácil de manejar como fuera posible. En otras palabras, no se procedió de manera apresurada, sino que se priorizó un buen dominio de las necesidades del futuro usuario antes de avanzar en la preparación de un documento que

satisficiera sus requerimientos. Es así como la AIE convocó dos talleres para aclarar las expectativas de los posibles usuarios.

Por tanto, ante la interrogante “¿Por qué un Manual?” no hay una sola respuesta, sino varias: la gran demanda entre los países; la ausencia de otros manuales sobre este tema en particular; la necesidad de orientaciones sobre la recopilación de los datos necesarios; la búsqueda de un vehículo para el intercambio y aprendizaje de las prácticas; y el interés en un vínculo entre los más experimentados y quienes buscan ganar experiencias.

2 Concepto general del Manual

En línea con el enfoque del *Manual de Estadísticas Energéticas* y en procura de la simplicidad, el presente Manual es redactado con un formato de preguntas y respuestas. Los temas desarrollados comienzan con interrogantes: “¿Cómo se define el sector residencial y qué aspectos abarca?”; “¿Cuáles son los principales usos finales que motivan el consumo en el sector?”; “¿Qué indicadores son de uso más frecuente?”; y “¿Qué medios de difusión deben ser empleados?”

Las respuestas se expresan en términos sencillos y son ilustradas con gráficas, cuadros y tablas.

El presente manual consta de nueve capítulos. Tras una breve introducción, en el segundo capítulo se explica en qué consisten los indicadores de eficiencia energética y en el tercero se enumeran los principios generales de la recopilación de los datos para dichos indicadores. Cada uno de los cuatro capítulos siguientes trata de un sector específico (residencial, de servicios, industrial y de transporte). En el siguiente capítulo se aborda la validación de los datos y, en el último, se analiza la importancia de un buen mecanismo para la difusión de los datos e indicadores. Además se incluye varios anexos.

Los cuatro capítulos dedicados a los sectores tienen una misma estructura: comienzan con la definición e importancia del sector, siguen los principales usos finales y sus respectivos indicadores, y terminan con una amplia descripción de los datos correspondientes y los mecanismos utilizados en la recopilación de los mismos.

3 Anexo sobre la recopilación de prácticas

Aunque el valor del presente manual yace en su definición de los principales indicadores de eficiencia energética para cada sector y los respectivos datos, arrojan beneficios adicionales las prácticas empleadas por los países en la recopilación de la información. Dichas prácticas se encuentran resumidas en los capítulos sectoriales y detalladas individualmente en el Anexo D sobre las prácticas de recopilación. De hecho, el Anexo D representa la mitad del manual en número de páginas, lo cual ilustra la importancia de dichas prácticas.

Cada práctica se presenta en un mismo formato unificado, a fin de facilitar al lector su comprensión de la plantilla y comparación entre prácticas. Son dispuestas por

sector (residencial, de servicios, industrial y de transporte) y por metodología de recopilación (fuentes administrativas, sondeos, medición y modelización).

Cada práctica comprende unos breves antecedentes (nombre, país, propósito), información detallada sobre los datos recopilados, la frecuencia y los responsables, y termina con apuntes y comentarios sobre los desafíos, las oportunidades de mejora y, en su caso, una enumeración de los respectivos documentos disponibles para mayores informes.

Las prácticas fueron recopiladas en amplia consulta con varios países miembros de la OCDE y otros. Los diversos niveles de detalle y desglose de los datos entre prácticas, refleja el desarrollo diferenciado de la recopilación de información para los indicadores de eficiencia energética entre dichos países.

4 Empleo más general del Manual

Este manual está dirigido principalmente a los responsables de reunir estadísticas para el desarrollo de los indicadores de eficiencia energética, así como para los analistas encargados de elaborar dichos indicadores.

De hecho, su falta de jerga técnica y su estructura simplificada, puede y debe aumentar la utilidad del manual para otros individuos interesados (académicos, formuladores de políticas, etc.) como introducción inicial sobre lo necesario para el desarrollo de los indicadores de eficiencia energética.

La AIE guarda la esperanza de que el presente manual facilite el entendimiento de la necesidad de datos básicos para la elaboración de indicadores coherentes y, lo que es más importante, la forma en que otros países han logrado reunir esta información. Se espera además que avive su interés en emprender programas para la formulación de indicadores de eficiencia energética, orientados a optimizar sus acciones y políticas hacia la reducción del consumo.

Somos conscientes de que el presente manual no contestará todas sus interrogantes. Por tanto, invitamos sus comentarios para que podamos, en una futura edición o en una versión electrónica, seguir mejorando y suplementando sus contenidos para así atender a las preguntas más frecuentes. Puede enviar a la AIE sus observaciones y sugerencias en la siguiente dirección de correo electrónico: energyindicators@iea.org.

¿Qué son los indicadores de eficiencia energética?

1 Indicadores

En el diccionario, 'indicador' se define de varias maneras, según si se refiere a ingeniería o química, a la vida o la ciencia. En términos muy sencillos, se podría decir que un indicador es algo que nos da algún indicio. En sentido más sofisticado, un indicador podría ser uno o varios valores estadísticos que en su conjunto constituyen un indicio.

Esto conlleva a debates entre los expertos, porque unos lo consideran un valor absoluto, mientras que otros piensan que únicamente se clasifican como indicadores las proporciones y otros valores compuestos.

En el presente manual, aun si la mayoría de las veces se refieren a relaciones (por ejemplo, el consumo energético por tonelada de cemento), algunos totales pueden también expresarse en valores absolutos. Un ejemplo de este tipo de indicador es el consumo total de energía en el sector residencial. Una cifra elevada indicaría un gran consumo, señalando la necesidad de analizar de cerca la relevancia de este sector, en comparación con el de servicios, que podría tener un consumo absoluto 20 veces menor al residencial, por ejemplo.

Los indicadores pueden ser expresados en unidades de energía (el consumo de un sector o de un uso final) y también en ratios (litros por 100 kilómetros, kilowatt horas [kWh] por tonelada de papel). Además pueden ser escritos en porcentajes: participación del sector industrial en el consumo energético total, o porcentaje de hogares que cuentan con acceso a la energía eléctrica.

2 Eficiencia energética

El segundo término a ser definido en el concepto general que nos ocupa, es el de 'eficiencia energética'. La expresión, aunque intuitiva, la redacción de una definición clara resulta sumamente compleja.

De hecho, a veces es más fácil definir una mayor (o menor) eficiencia energética que el término en sí. Por ejemplo, algo es más energoeficiente si presta mayores servicios a cambio del mismo insumo energético, o los mismos servicios por menos. Si un tubo fluorescente compacto (TFC) consume menos energía que un foco incandescente y produce la misma cantidad de luz, el TFC se considera más energoeficiente.

Se puede definir la eficiencia energética desde dos perspectivas distintas: la de servicios y la mecanicista. Esto se ilustra mejor en el Recuadro 2.1, tomado de la *Energy Information Administration* (EIA) de Estados Unidos.

Aunque no es imperativo contar con una definición exacta para trabajar con los indicadores de eficiencia energética y el resto del manual, la definición del Lawrence Berkeley National Laboratory parece tener aceptación: “utilizar menos energía en la prestación de igual servicio”.

Cuadro 2.1 • “Utilice las escaleras – sea más eficiente”

La Persona A interpreta este letrero como la “verdadera” definición de la eficiencia energética. No utiliza el ascensor, pero llega a su destino y emplea menos energía en el proceso.

La Persona B considera el hecho de no llegar a su destino con la misma facilidad. No cree que sea más energoeficiente, sino que estaría “conservando energía” a un nivel inferior de servicio – tendría que caminar en vez de tomar el ascensor.

A la hora de intentar una definición de “energoeficiente” o “eficiencia energética”, parece que no todos comparten el mismo criterio. Igual que la Persona B, se cree comúnmente que aumenta la eficiencia cuando se reduce el consumo energético dentro un nivel determinado de servicio, o cuando existe un servicio mayor o mejor por la misma cantidad de energía.

3 Indicadores de eficiencia energética

Aunque parezca extraño, dada la dificultad de definir adecuadamente los términos “indicador” y “eficiencia energética”, es menos problemático el concepto de los indicadores de eficiencia energética. En general, existen indicadores que sirven para demostrar si un elemento es más energoeficiente que otro.

Por ejemplo, ¿un modelo de automóvil es más energoeficiente que otro en términos de consumo de combustible por 100 kilómetros? ¿El consumo energético para calentar un espacio determinado en el sector residencial es mayor o menor este año que el anterior o hace una década? ¿Es mayor o menor el uso de energía por tonelada de cemento en el país A en comparación con el país B?

Los indicadores de eficiencia energética pueden ser muy generales (el consumo total de los electrodomésticos) o desagregados (el consumo promedio de gas natural para la calefacción de una unidad de construcción en los hogares particulares). Por lo general, el consumo de energía es el numerador y los datos por actividad el denominador. Existen excepciones, como el “consumo energético” de los vehículos, que puede expresarse en volúmenes (litros, galones) sin convertirlos a unidades de energía.

El consumo energético puede expresarse en diversas unidades (kWh, julios, toneladas equivalentes al petróleo, etc.), mientras que los datos por actividad abarcan una amplia gama de actividades: producción de cemento, unidad de construcción, kilómetros-pasajero, empleados, etc., expresados en tantas unidades como actividades (toneladas, metros cuadrados, kilómetros, número de empleados, etc.).

En este capítulo introductorio, no entraremos en mayores detalles respecto a estas definiciones, ya que en cada capítulo sectorial se explicará, con un enfoque piramidal, qué indicadores son considerados para cada sector en particular y por qué.

4 Entonces, ¿qué hacer con los indicadores?

La recopilación de datos y elaboración de indicadores, no deben considerarse un fin en sí mismo, sino más bien un punto de partida para otros usos. Como se mencionó en lo anterior, se debe reunir datos y desarrollar indicadores únicamente en caso de que sean aprovechados amplia y eficientemente.

Aunque el presente manual incluye un capítulo sobre la difusión, no abarca la elaboración y utilización de indicadores por parte de los analistas y formuladores de políticas para la fijación de objetivos de eficiencia energética y el monitoreo de su progreso. Este es el motivo de contar con el manual especializado *Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Makers*, también preparado por la AIE. Los dos manuales se complementan y deben echar las bases para que los estadísticos, analistas y autoridades promuevan sólidas políticas y acciones a favor de la eficiencia energética.

Cuadro 2.2 • ¿La intensidad energética es un indicador de eficiencia energética?

Con frecuencia, la intensidad energética es empleada como indicador de la energoeficiencia de un país. Tiene sus razones, principalmente el que las cifras de la intensidad son de fácil adquisición, ya que constituyen la relación entre la oferta total de energía primaria (OTEP) dividida para el producto interno bruto (PIB) del país.

En consecuencia, dada la facilidad de obtener la OTEP y el PIB de un país, a menudo se cita la intensidad energética como representativa de la eficiencia energética. No obstante, se trata de un error, ya que un país de baja intensidad energética no necesariamente goza de una buena eficiencia. Por ejemplo, un pequeño país prestador de servicios y con un clima templado, sin duda tendría una intensidad mucho menor a la de un gran país industrializado y con temperaturas muy bajas, aún si éste último utilizara la energía de manera más eficiente que el primero.

El factor eficiencia aporta a la intensidad, pero hay que considerar muchos otros elementos, a menudo más importantes, como son: la estructura de la economía (por ejemplo, la presencia de grandes industrias que consumen energía); el tamaño del país (mayor demanda del sector de transporte); su clima (mayor demanda de calefacción o enfriamiento); y el tipo de cambio.

Cómo recopilar los datos para los indicadores de eficiencia energética

1 Dos principios básicos

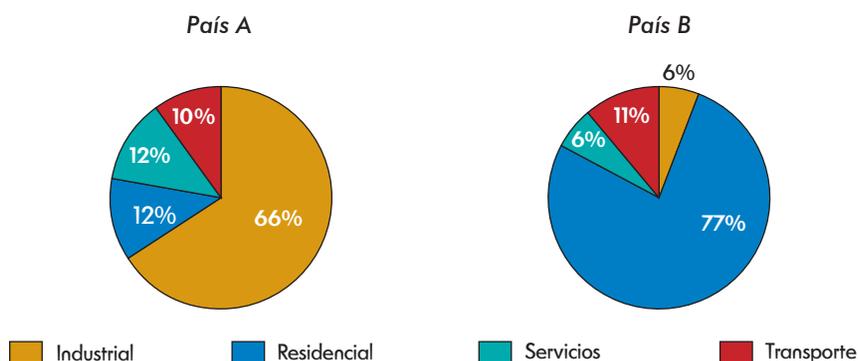
En la estadística, existe un principio general: no reunir estadísticas sólo por amor a recopilar información; seleccionar únicamente lo necesario. De hecho, la obtención de cada dato tiene su costo.

Sin embargo, el no contar con los datos adecuados podría llevar a errores en la toma de decisiones sobre políticas y acciones, resultando en costos aun mayores. En suma, hay que limitar la recopilación de datos a lo necesario, pero no dejar de reunirlos.

Por tanto, la primera pregunta es: ¿Cuáles son las necesidades? No hay una sola respuesta a esta interrogante, ya que las carencias dependen de la situación de un país determinado. Esto se aplica a todo tipo de estadísticas, especialmente las energéticas, pero es aun más importante en el caso de los datos sobre los indicadores de eficiencia energética, porque puede tener un costo alto el recopilar información muy detallada sobre la energía y las actividades.

Un posible punto de partida hacia la identificación de prioridades, es un desglose del consumo final de energía por sector. Por lo general, es fácil extraer esta información del balance energético de un país. En la Figura 3.1, constan dos ejemplos (Países A y B) de distintos niveles de desagregación de datos.

Figura 3.1 • Desglose del consumo final total por sector en dos países hipotéticos

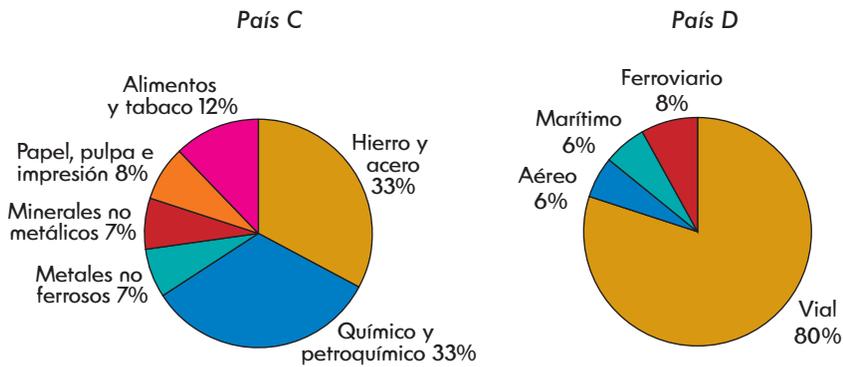


En el caso del País A, dos tercios del consumo final corresponde al sector industrial, por lo que aparentemente sería el primero a considerar para fines de ahorro energético, mientras que el caso del País B, el sector residencial parece ser el prioritario. No obstante, aún si el desglose brinda un primer indicio en la

priorización de los datos a ser recopilados, podría ser necesario tomar en cuenta otras especificidades antes de iniciar el trabajo.

Mientras más detallados los datos disponibles, mejor será, puesto que así se limita su búsqueda al ámbito subsectorial en vez del sectorial. Al igual que en lo anterior, un balance energético (en caso de ser desagregados por subsector) puede servir para determinar los subsectores a ser priorizados. En la Figura 3.2 constan dos ejemplos de tal desglose para los Países C y D.

Figura 3.2 • Desglose del consumo energético industrial y de transporte por subsector para dos países hipotéticos



En el caso del País C, los subsectores químico & petroquímico y de hierro & acero consumen cada uno un tercio del total industrial, por lo que probablemente sean los primeros a ser evaluados por sus posibilidades de ahorro energético, tomando en cuenta – eso sí – la necesidad de considerar las prioridades específicas del país. En el caso del País D, la mayor parte del consumo en el sector de transporte es el terrestre, por lo que debe fijarse como prioritario.

El **segundo principio** consiste en identificar las fuentes existentes de datos, antes de iniciar un programa costoso de recopilación. Por experiencia, suele haber abundante información en lugares poco conocidos. Este es el caso de los detalles sobre el transporte (kilómetros-pasajero), por ejemplo, que con frecuencia ignoran quienes preparan las estadísticas energéticas, pero que pueden ser obtenidos del Ministerio de Transporte. Este aspecto será analizado en mayor profundidad en la sección sobre cómo reunir los datos.

Una vez determinada la información necesaria, se analiza en mayor profundidad los recursos requeridos, incluidos los humanos, el costo global de recopilar los datos y las posibles barreras que podrían impedir o demorar el éxito del proyecto. Habrá que responder varias interrogantes: ¿El proyecto demandará la recopilación de nuevos datos? En caso afirmativo, ¿qué datos deberán ser reunidos y con qué frecuencia? ¿Será fácil obtener acceso a la información existente y quién será responsable de ello? ¿El trabajo será realizado por el personal interno, o con el apoyo de consultores externos?

Cuadro 3.1 • ¿Qué es un balance energético?

Un balance energético constituye un marco dentro del cual recopilar datos sobre el conjunto de productos energéticos exportados y utilizados al interior de un país determinado durante un período referencial (p.ej., un año). Esta información es expresada en unidades de energía comunes, lo cual posibilita la definición de un producto 'total'.

Son varios los motivos de recopilar un solo balance energético a partir de los correspondientes a diversos productos: 1) obtener una perspectiva general del perfil energético de un país, monitorear su seguridad y sus mercados energéticos, y formular objetivos y políticas adecuadas; 2) fundamentar los indicadores socioeconómicos totales y calcular las emisiones de CO₂; 3) comparar entre varios períodos referenciales y países; 4) establecer una herramienta que garantice que las estadísticas básicas sean completas, congruentes y comparables; y, 5) calcular la eficiencia de los procesos de transformación, así como la participación relativa de los diversos sectores o productos en el suministro o consumo total del país.

Los balances energéticos suelen tomar la forma de una matriz de productos y flujos, con diversos niveles de desagregación, aunque también existen los formatos gráficos (p.ej., el diagrama Sankey). Consta un análisis metodológico sobre el cálculo de los balances energéticos en AIE (2005).

Dentro del balance, el consumo final total es desglosado por sectores como industrial, de transporte, residencial, de servicios y otros, pero su nivel de detalle no basta para monitorear la eficiencia energética. Por ejemplo, no indica los usos finales residenciales o de servicios, ni los tipos de vehículos o segmentos en el transporte. Por tanto, el balance energético será útil para evaluar los principales sectores de consumo en un país, donde el potencial de ahorro energético tendrá mayor impacto, previo al inicio de programas para la recopilación de datos más detallados sobre los indicadores de eficiencia energética.

2

¿Qué sectores y usos finales deben ser considerados?

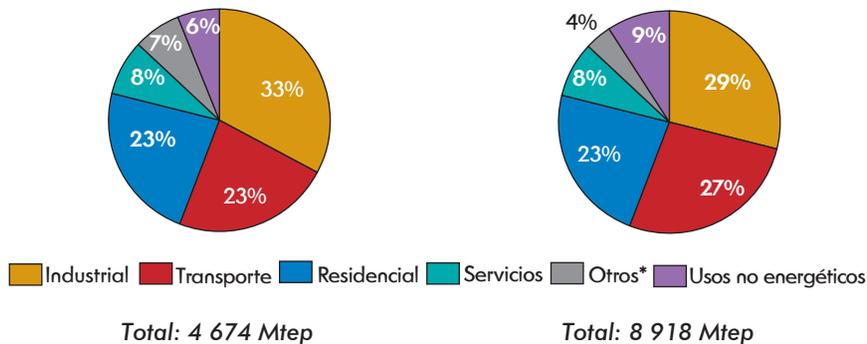
Como se mencionó en lo anterior, a fin de limitar los costos, se debe focalizar los sectores y usos finales prioritarios a la hora de elaborar los indicadores de eficiencia energética. Por tanto, se recomienda realizar un diagnóstico inicial en base a la información disponible sobre las pautas de consumo energético en el país y el tipo de asuntos de política que deben ser atendidos.

Como punto de partida, se debe emplear los balances energéticos, disponibles en casi todo país, para obtener una visión general del consumo. Aun si el consumo final se encuentra detallado únicamente por sectores amplios en los balances energéticos,

éstos contienen información útil para comprender la estructura y evolución del consumo de energía, por ejemplo su cambio con el tiempo en el sector residencial. Es por este motivo que el presente Manual ha sido estructurado según los principales cuatro sectores principales de Consumo Final Total (CFT), según este término es definido en los balances energéticos de la Agencia Internacional de Energía (AIE) y otras organizaciones – residencial, de servicios, de transporte (de pasajeros y carga) e industrial –, cada uno de los cuales es analizado en un capítulo aparte.

En la Figura 3.3, basada en los balances energéticos mundiales de la AIE, constan las participaciones de los varios sectores en el Consumo Final Total planetario y su evolución con el tiempo. Dichas participaciones varían ampliamente de un país a otro, como se analiza en los capítulos sectoriales. Sin embargo, los sectores industrial, de transporte y residencial son los mayores usuarios finales y la proporción del transporte va en aumento frente a la de la industria, mientras que la del sector residencial permanece estable.

Figura 3.3 • Participación mundial de los sectores en el consumo final total (años 1973 y 2011)



* Otros incluye agricultura/silvicultura, pesca, no especificados.

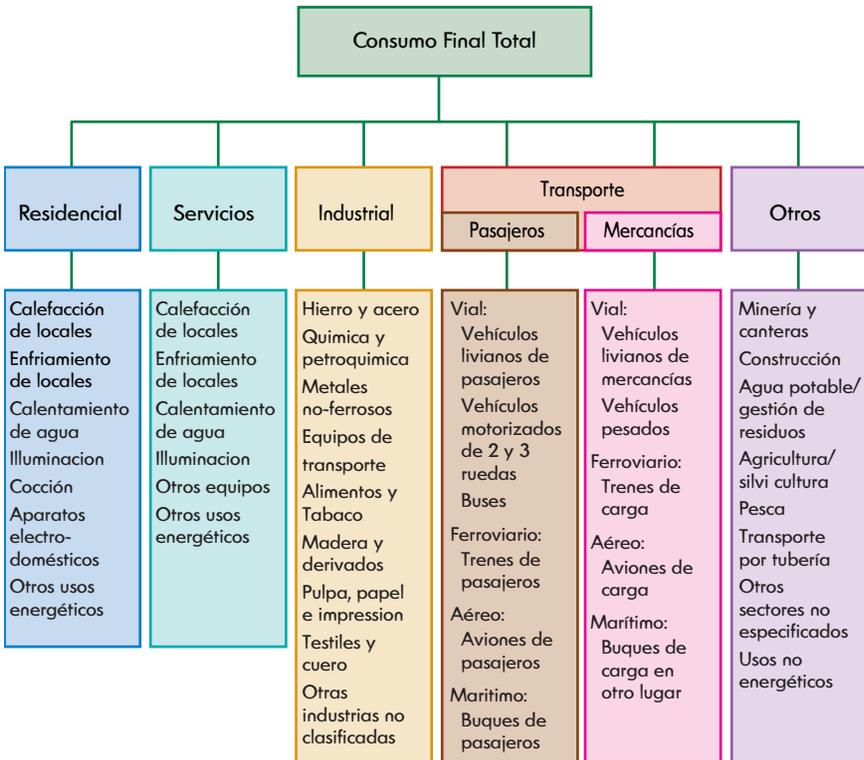
Nota: Salvo otra indicación, todas las tablas y figuras en el presente capítulo provienen de los datos y análisis de la AIE.

A nivel de país, sin duda este tipo de información es pertinente para captar rápidamente las pautas globales de consumo energético y puede servir para producir tales indicadores macroeconómicos como el consumo residencial total por persona, que resultan útiles para monitorear las tendencias generales. Sin embargo, tales datos agregados no suelen ser aplicables al seguimiento de las tendencias de eficiencia energética, puesto que sólo brindan una idea general e insuficientemente detallada para fines de proponer políticas, acciones y medidas. Por tanto, a la hora de elaborar indicadores de eficiencia energética es necesario desglosar aún más las cifras, a fin de conocer los subsectores o usos finales que motivan el consumo energético al interior de cada sector. Por ejemplo, en un país frío, el uso final más importante dentro del sector residencial podría ser la calefacción, mientras que en un país cálido, posiblemente sea el enfriamiento.

Aun si en algunos casos el desglose del consumo sectorial depende de las realidades locales (por ejemplo el bombeo o levantamiento de agua en algunos países, o

la agricultura en otros), suele haber un consenso respecto a la desagregación de los sectores en subsectores o usos finales que abarca la mayoría del consumo final. La Figura 3.4 ilustra el desglose de los sectores en subsectores o usos finales adoptados en el presente manual para los indicadores de eficiencia energética. Entre los residenciales se incluye la calefacción y el enfriamiento de espacios, el calentamiento de agua, la iluminación, la cocción y los electrodomésticos. Los detalles son similares en el sector de servicios, a excepción de otros equipos, que incluyen la cocción, los electrodomésticos y numerosos usos finales adicionales. En el caso de la industria, el sector es subdividido en subsectores como hierro y acero, químico y petroquímico, etc. En la columna "Otros" se incluye categorías de consumo final total no tratadas en el presente manual por ser menos pertinentes para los indicadores de eficiencia energética o carentes de datos. En el Anexo B consta una descripción de los límites de cada sector, relacionados con la *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas* de la Organización de Naciones Unidas.

Figura 3.4 • Desagregación esquemático del consumo final total en sectores y subsectores o usos finales



Preguntas y respuestas

P1. ¿Qué se incluye bajo ‘Otros’ en el desglose sectorial del consumo final total?

Como consta en la Figura 3.4, en este manual la categoría ‘Otros’ agrupa los subsectores de consumo final total fuera de los cuatro sectores principales (residencial, servicios, industrial y transporte). Para los fines de los indicadores de eficiencia energética, ‘industrial’ abarca únicamente la manufactura, por lo que la minería, las canteras y la construcción no se consideran industrias sino ‘otros’. Éstos contemplan además los usos no-energéticos de combustibles en todos los sectores, la agricultura y silvicultura, la pesca, el suministro de agua, el transporte por oleoducto y otros sectores no especificados.

P2. ¿Por qué los usos no energéticos son excluidos de los indicadores de eficiencia energética?

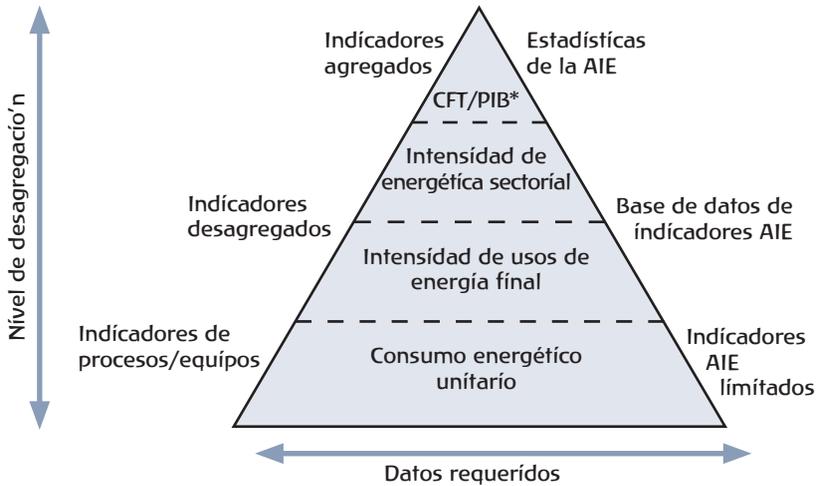
Para los fines de los indicadores de eficiencia energética, nos enfocamos en la eficiencia del uso energético para el proceso de producción, por lo que su consumo excluye los usos no energéticos de los combustibles. Desde luego, al evaluar más ampliamente las posibilidades de ahorro energético, también se debe analizar el uso de combustibles como materia prima, porque pueden representar una gran fracción del consumo total, especialmente en algunos subsectores como el químico y el petroquímico.

¿Cómo jerarquizar los indicadores?.....

Los indicadores elaborados para comprender las tendencias del consumo en un subsector o uso final, pueden ser más o menos agregados y sofisticados, según la disponibilidad de datos. Los indicadores propuestos en el presente manual son presentados por sector y después por subsector o uso final, siguiendo un enfoque ‘piramidal’ desde el nivel más global hasta el más detallado. El concepto general es ilustrado en la Figura 3.5.

Incide en la cantidad de datos a ser recopilados el grado de detalle elegido. Por ejemplo, tales indicadores sectoriales como el consumo industrial total por el cúmulo de valor añadido, pueden obtenerse fácilmente de los balances energéticos y otros datos macroeconómicos. La información que éstos arrojan no es suficientemente detallada como para monitorear la eficiencia energética, pero aun así sirve como diagnóstico inicial de las tendencias del consumo energético por sector y para las comparaciones entre países. Tales indicadores son incluidos en el presente manual bajo la categoría general de “indicadores energéticos”.

Figura 3.5 • Representación esquemática del pirámide de indicadores energéticos de la AIE



* Producto Interno Bruto

Por su parte, los indicadores de “eficiencia energética” requieren de información más detallada, que por lo general son intensidades, presentadas como la relación entre el consumo energético (medido en unidades de energía) y los datos de las actividades (medidas en unidades físicas).

$$\text{Indicador de eficiencia energética} = \frac{\text{Consumo energético}}{\text{Datos de las actividades}}$$

Los indicadores de eficiencia energética son calculados a nivel de uso final o subsector, o incluso al nivel más detallado de consumo por unidad de energía. Por ejemplo, dentro del sector residencial, la calefacción por metro cuadrado es un indicador a nivel de uso final, mientras que el consumo por electrodoméstico, es un indicador a nivel de consumo unitario.

A su vez, las tendencias de los indicadores de eficiencia energética, incidirán en los indicadores energéticos agregados en la parte superior de la pirámide, motivadas por las políticas, los avances tecnológicos y los cambios estructurales o de comportamiento.

En el presente manual, se presenta pirámides de indicadores para cada sector de uso final y, dentro de éstos, para cada uso final o subsector. Por ejemplo, en el sector residencial, una pirámide muestra un conjunto de indicadores a nivel sectorial, mientras que seis pirámides los presentan a nivel de uso final. No será pertinente a todos los países cada indicador de cada sector. Su nivel óptimo de detalle dependerá de los recursos existentes, los datos actuales, las realidades de cada país y las principales prioridades políticas. Aún así, se presenta para cada uso final los indicadores recomendados con una carita feliz, para beneficio de aquellos países que desean elaborar indicadores de eficiencia energética especialmente significativos para ese uso final en particular.

Cuadro 3.2 • Recopilación de datos para indicadores de eficiencia energética en la AIE

En el año 2009, los Miembros de la AIE acordaron reunir datos para los indicadores de eficiencia energética utilizando un nuevo cuestionario anual (la “Plantilla de indicadores de eficiencia energética de la AIE” que consta a continuación). En esta plantilla se reúnen datos sobre consumo energético y actividades para varios usos finales, subsectores y modalidades/tipos de vehículo entre los cuatro sectores: residencial, servicios, industrial y transporte.

Poco después comenzó la recolección de los datos para la AIE, que aún se encuentra en sus primeras etapas de desarrollo, con variada calidad y cobertura entre los Miembros, pero en mejora continua.

Se puede obtener la plantilla del Internet en la página Web de la AIE sobre las estadísticas de eficiencia energética:

www.iea.org/statistics/topics/energyefficiency/.

Energy Efficiency Indicators Template		web links
country name		
COUNTRY DATA SECTION (to be reviewed and updated)		
MACRO ECONOMIC DATA	Macro economic and activity data	>>
COMMODITIES	Production outputs from selected energy-consuming industries	>>
INDUSTRY	Energy consumption by ISIC categories	>>
SERVICES	Energy consumption by end-uses in the services sector	>>
RESIDENTIAL	Household energy consumption by end-uses and selected appliances data	>>
TRANSPORT	Energy and activity data for passenger and freight transport	>>
IEA DATA and AGGREGATE INDICATORS		
ELECTRICITY GENERATION	Electricity generation from combustible fuels and efficiencies	>>
BASIC INDICATORS	Predetermined set of aggregate energy and activity indicators	>>
SUPPORT TOOLS		
USER REMARKS	To incorporate comments associated to the data from the individual sheets	>>
DATA COVERAGE	Generates a graphical summary of data coverage (completed vs. expected)	>>
SINGLE INDICATOR GRAPHS	To generate a graph for one energy indicator	>>
MULTIPLE INDICATORS GRAPHS	To generate a graph comparing trends from multiple indicators	>>
CONSISTENCY CHECKS	To run the integrated consistency checks	>>

If you have any questions or need assistance with this questionnaire visit the dedicated website <http://indicators.iea.org>
 username: indicators
 password: efficiency
 or write to energyindicators@iea.org

3 ¿Cómo recopilar datos?

Una vez definido un juego de indicadores prioritarios, se precisa determinar y después reunir los respectivos datos de consumo y actividades, de los cuales algunos serán de más fácil recopilación que otros. En todo caso, es vital elegir para ello la estrategia óptima, tomando en cuenta la realidad de cada país. El análisis del proceder en otros países puede servir para identificar la información requerida y los posibles enfoques para su recolección. En el Anexo D del presente manual, se encuentran numerosas prácticas al respecto en cada uno de los sectores de uso final.

Antes de comenzar a reunir datos nuevos, es esencial un análisis general de la información existente respecto al consumo energético y las actividades, proveniente de todas las fuentes de información, los organismos oficiales y las asociaciones no gubernamentales (Ministerio de Energía, Dirección de Estadísticas, Ministerio de Transporte, Cámara de Comercio, Asociación de Industriales, etc.). En cada país existe una abundancia de información, desconocida por los estadísticos energéticos. Una vez identificada, suele constituir una buena base para la elaboración de algunos de los indicadores de eficiencia energética y reduce el costo total del programa al obviar la onerosa duplicación de proyectos de recopilación de datos.

En términos generales, se puede agrupar en cuatro categorías principales las diversas metodologías empleadas en la recopilación de información referida al consumo energético y las actividades (por ejemplo, fuentes administrativas, encuestas, mediciones y modelización), con miras a desarrollar conjuntos completos de indicadores. A continuación consta una breve introducción a cada grupo de metodologías. En los cuatro capítulos siguientes sobre los usos finales, se encuentran mayores detalles sobre los sectores residencial, de servicios, industrial y de transporte, basados en las prácticas nacionales recibidas por la AIE y resumidas en el Anexo D.

Fuentes administrativas

Las fuentes administrativas son aquellas que actualmente reúnen información relevante, bien sea para los indicadores de eficiencia energética, o a menudo para otros fines. Como se mencionó en lo anterior, antes de iniciar su recopilación, es imperativo determinar qué datos pertinentes serían de fácil adquisición, tanto del gobierno como de otras organizaciones. Con esto se evitará la duplicación de esfuerzos y se podrá identificar con mayor agilidad las carencias de información.

Las fuentes gubernamentales, que incluyen no sólo los gobiernos nacionales sino también los seccionales, entre éstos los estatales, provinciales o departamentales y los municipales, suelen reunir cuantiosa información que puede resultar útil en la elaboración de indicadores energéticos y de eficiencia energética. Por ejemplo, las direcciones de estadísticas del país recopilan diversos datos macroeconómicos, entre éstos los demográficos, el PIB y el valor añadido industrial, y los organismos tributarios recogen cifras valiosas respecto a la población y las industrias, etc. Entre las organizaciones no gubernamentales, por lo general las asociaciones sectoriales recaban información sobre sectores específicos, aunque a veces es confidencial; las empresas de transporte que rastrean los envíos, pueden informar la penetración de determinados equipos; los fabricantes de automóviles registran el número de vehículos nuevos vendidos anualmente; y en el registro vehicular se monitorea las existencias nacionales de automotores, entre otros.

Ocasionalmente es necesario comprar esta información o establecer un memorando de entendimiento con dichas organizaciones. En todo caso, requiere de cierto esfuerzo la elaboración de un procedimiento operativo para el intercambio de datos entre instituciones. No obstante, el aprovechamiento de las fuentes administrativas significa obviar el costo de determinados proyectos de recopilación de nuevas estadísticas. En la Tabla 3.1, se resume brevemente las ventajas y desventajas de la utilización de estas fuentes.

Tabla 3.1 • Ventajas y desventajas de la utilización de fuentes administrativas de datos

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Obviar el costo del proceso de reunir datos nuevos • Disponibilidad relativamente rápida • Mayor sinergia entre instituciones • Elevar el perfil de la eficiencia energética y el interés en la misma entre diversos servicios 	<ul style="list-style-type: none"> • Problema de límites: posible desfase entre las definiciones y las poblaciones objetivo de los datos existentes y requeridos • Dificultades para establecer y mantener comunicación con la organización fuente • Posibles costos (directos e indirectos, como la compra de datos, el establecimiento de acuerdos, el cambio de formatos, etc.) • Inversión de tiempo en la búsqueda de las fuentes de datos

Encuestas

La encuesta es una metodología para reunir información mediante una serie de preguntas planteadas a una muestra de la población a ser estudiada; por ejemplo, hogares, propietarios de vehículos, miembros de una asociación sectorial, etc. Su aplicación puede ser organizada en varios pasos como el diseño preliminar, la fase de ensayo, su ejecución y la recopilación de datos, y el análisis final de los resultados. Existe una amplia bibliografía que abarca los aspectos teóricos de las encuestas,¹ por lo que en este manual se resaltan apenas algunos de sus aspectos más sobresalientes, enfocados en lo necesario para la elaboración de los indicadores de eficiencia energética.

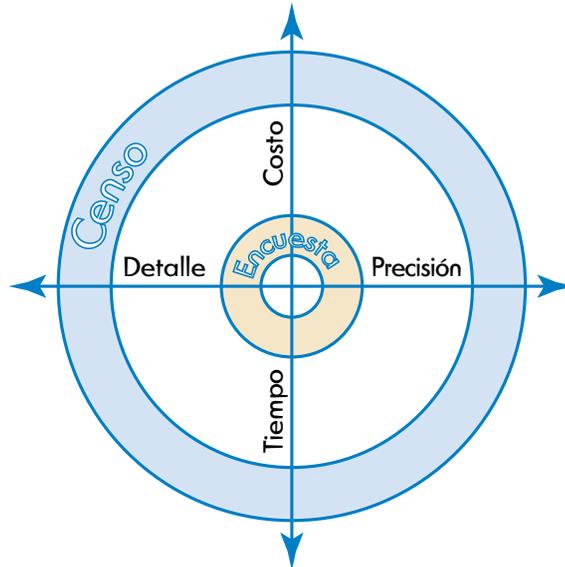
Desde el inicio del diseño de la encuesta, se debe definir objetivos claros. ¿A qué necesidades apoyará sus resultados en materia de políticas? ¿Qué información se requiere? ¿Cuál es su población objetivo? ¿Se requerirá de algún trámite jurídico?

Para obtener respuestas de buena calidad, es imperativo contar con un cuestionario bien diseñado, orientado a reunir la información más completa y precisa posible sin sobrecargar a los entrevistados, tomando en cuenta las estadísticas que requieren sus usuarios. Antes de su finalización, se recomienda analizar los cuestionarios internamente y ensayarlos para garantizar la claridad de las instrucciones. A fin de recibir las respuestas con éxito, se debe pedir únicamente la información esencial y formular las preguntas de la manera más sencilla posible.

El éxito de una encuesta depende además de la representatividad de la muestra escogida de entre la población objetivo de interés. Únicamente en los “censos” se abarca a toda la población, pero no suelen ser de fácil aplicación. Por ejemplo, aunque una asociación sectorial nacional puede realizar un estudio de la población entera de sus miembros, sería mucho menos factible que un país encueste a la totalidad de los propietarios de vehículos. La Figura 3.6 demuestra que un censo puede arrojar niveles elevados de precisión y detalle, pero por lo general tiene elevados costos en términos de tiempo y dinero. En contraste, una encuesta es más eficiente, pero sus resultados son menos exactos que los de un censo, ya que pueden ser afectados por errores de muestreo.

1. Véase, por ejemplo, el informe de la ONU (2005).

Figura 3.6 • Comparación entre las encuestas y los censos



Un elemento clave en el diseño de una encuesta con base en el muestreo, es la estratificación correcta de la muestra, ya que únicamente así será representativa de todo el país. También se requiere de un dimensionamiento eficaz: pasado del tamaño necesario, no se agrega valor alguno a los resultados finales, pero si es muy pequeño, éstos no serán confiables. Puede ser distribuida en varios formatos, y los datos reunidos con diversas modalidades, tales como las entrevistas telefónicas o presenciales, los cuestionarios impresos y despachados por correo, o los sondeos colocados en la Web. Entre las últimas herramientas utilizadas para las encuestas, se incluyen las entrevistas telefónicas y presenciales con apoyo informático. En los casos pertinentes, la capacitación de los entrevistadores desempeña un rol esencial en el logro de resultados coherentes e imparciales.

Tabla 3.2 • Ventajas y desventajas de la aplicación de encuestas

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Son relativamente económicas, considerando la amplitud de la información recopilada • Puede ajustarse el diseño de los asuntos tratados según su objetivo • Su representatividad y significancia estadística • Por lo general, la información que arrojan es completa y de buena calidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser elevado su costo absoluto • Pueden requerir de mucho tiempo • La necesidad de cálculos posteriores (por ejemplo, extrapolación de un año a otro) • El riesgo de respuestas parciales, sesgos y errores de muestreo • La necesidad de dar capacitación al personal

Por lo general, las encuestas son aplicadas de forma periódica, ya sea anualmente o cada tres o cuatro años, a fin de asegurar la continuidad de la información. Conforme se repite el levantamiento de los datos, las organizaciones suelen volverse más eficientes en la obtención de resultados.

En la Tabla 3.2, se resume brevemente las ventajas y desventajas de la aplicación de las encuestas. Obviamente, no bastan por sí solas, por lo que puede ser necesario complementarlas con información obtenida de fuentes administrativas, mediciones directas, o estudios de modelización.

Preguntas y respuestas

P3. ¿Cómo se puede utilizar las encuestas existentes?

La ampliación de las encuestas existentes para recabar información adicional para los indicadores de eficiencia energética, puede ser una opción menos costosa que el diseño de una nueva encuesta. Por ejemplo, se puede agregar algunas preguntas a una encuesta familiar nacional para recopilar datos sobre la difusión y los tipos de electrodomésticos, las fuentes de energía aprovechadas y las pautas de consumo energético para los mismos.

P4. ¿Qué es una encuesta de panel?

La encuesta de panel es una metodología para recabar información, basada en una muestra inicial a la que se entrevista periódicamente. Con el tiempo, los entrevistados se familiarizan con las preguntas y las contestan en menos tiempo. Las bases de datos que resultan, suelen echar los cimientos para análisis cuantitativos del cambio social y económico. Son instrumentos útiles y relativamente económicos, siempre que participan suficientes voluntarios en el proyecto.*

P5. ¿Cómo se debe tratar los asuntos confidenciales en el diseño de una encuesta?

Es posible que el cuestionario pida información sensible o confidencial, por lo que la forma de plantearse tales preguntas puede influir en las respuestas. Se debe decir claramente los mecanismos existentes para proteger los datos confidenciales, los procedimientos para su procesamiento y difusión, y asegurarse de que a los entrevistados no les incomode dar respuestas sinceras.

* Por ejemplo, véase el European Community Household Panel (ECHP) en :
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/microdata/echp>

Medición

La medición directa es el método menos utilizado a la hora de recopilar datos para los indicadores de eficiencia energética, debido principalmente a su elevado precio. Como resultado, las muestras suelen ser pequeñas, por lo que rara vez son representativas. Por lo general, los principales elementos que aumentan al costo de la medición incluyen los equipos individuales y la mano de obra para instalarlos, mantenerlos en buenas condiciones operativas y reunir las mediciones. Otros costos que tienen en común con las demás metodologías, incluyen el diseño de la muestra, el análisis de los datos y la comunicación de los resultados. A futuro, la disminución del valor de los equipos podrá abrir nuevas posibilidades para las iniciativas de medición.

La medición, pese a sus muestras pequeñas, puede arrojar luces sobre las pautas de consumo relevantes y servir para calcular el consumo de diversos sectores y usos finales, por ejemplo, como complemento de otros métodos de levantamiento. La ventaja de las pequeñas iniciativas de medición con muestreo, es que se recaba información que no habría sido posible obtener por otros medios. Por ejemplo, mediante la medición directa se monitorea el consumo energético de dispositivos individuales o la temperatura en cada habitación de la casa, el consumo eléctrico de un sistema de ventilación de un edificio, el tránsito por tipo de vehículo en un sitio específico de una carretera, o el consumo energético y la extensión de cada viaje en el caso del transporte, etc. Ya que la medición se realiza mediante dispositivos (odómetros, medidores del consumo eléctrico, etc.), con frecuencia se habla del uso de medidores ("*metering*") en vez de la medición ("*measuring*").

Para la medición en el sector residencial, por ejemplo, se suele instalar medidores entre los diferentes tomacorrientes y cada uno de los principales electrodomésticos como lavadoras de ropa y platos, computadoras y televisores, e incluso las lámparas, los aparatos de cocina, y otros. Por lo general, la medición se realiza durante un período corto, como unas pocas semanas, aunque en algunos casos los equipos pueden mantenerse más tiempo, hasta un año entero. En el caso de los medidores más sencillos, la misma familia puede leerlos directamente; caso contrario, los datos son transmitidos a un centro de procesamiento.

Además de los inconvenientes mencionados en lo anterior, el uso de medidores puede verse afectado por un supuesto de "espionaje", particularmente en el sector residencial donde la medición del consumo de cada aparato en tiempo real puede ser percibida como una violación de la privacidad.

En el caso de las auditorías energéticas (de industrias, edificios, etc.), el uso de medidores suele privilegiarse cuando se requiere de datos detallados y no sólo indicadores de eficiencia. Únicamente una iniciativa de medición directa puede arrojar información sobre la eficiencia de los equipos individuales, cuánta energía consumen en desuso, cuánto aporta cada uso final al consumo energético total, y la evolución de las pautas de consumo global. Este tipo de conocimiento puede informar mejor a los decisores, a fin de que puedan planificar acciones bien fundamentadas para la reducción del consumo energético. También sirve de apoyo para las estrategias de gestión por el lado de la demanda y, en el caso de la energía eléctrica, posibilitar una planeación más rigurosa de la capacidad de generación, transmisión y distribución, especialmente en las áreas rurales.

Además, la medición beneficia directamente al usuario, ya que informa su consumo energético y crea conciencia del posible ahorro energético alcanzable mediante cambios de comportamiento.

Tabla 3.3 • Ventajas y desventajas de la medición

Pros	Cons
<ul style="list-style-type: none"> • Informa el consumo energético real a nivel de uso final o equipo • Alta precisión de los datos recabados • Aclara las pautas de comportamiento reales • Puede servir de complemento relevante de otras metodologías 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado costo de los equipos • Muestra pequeña de la población y del tiempo, y poca representatividad • Posibilidad de averías en los equipos • Dificultades para encontrar los voluntarios

Modelización.....

La modelización forma parte del proceso de calcular el consumo energético entre sectores de uso final, bien sea de modo independiente o como complemento de otro método como la encuesta o las fuentes administrativas. A raíz de los datos de entrada y una serie de supuestos, el modelo arroja un conjunto de datos de salida, como el consumo energético o las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel sectorial o subsectorial; o información sobre actividades como la penetración de un electrodoméstico determinado en el sector residencial. Los modelos también son de importancia vital para consolidar las series históricas de los usos finales y sirven para desarrollar proyecciones y escenarios energéticos.

Entre los principales pasos de la modelización se incluyen: su contextualización, la selección de los supuestos, el ingreso de los datos, la ejecución del modelo, el cotejado de los resultados con los datos, y el análisis de los resultados. La calidad de los datos ingresados y la precisión de los supuestos, incidirán fuertemente en la calidad de su producto final. En varias de las prácticas nacionales recopiladas por la AIE, se mencionó el problema de la escasez de datos de calidad en los sectores de uso final, necesarios para una buena modelización de las tendencias de consumo energético.

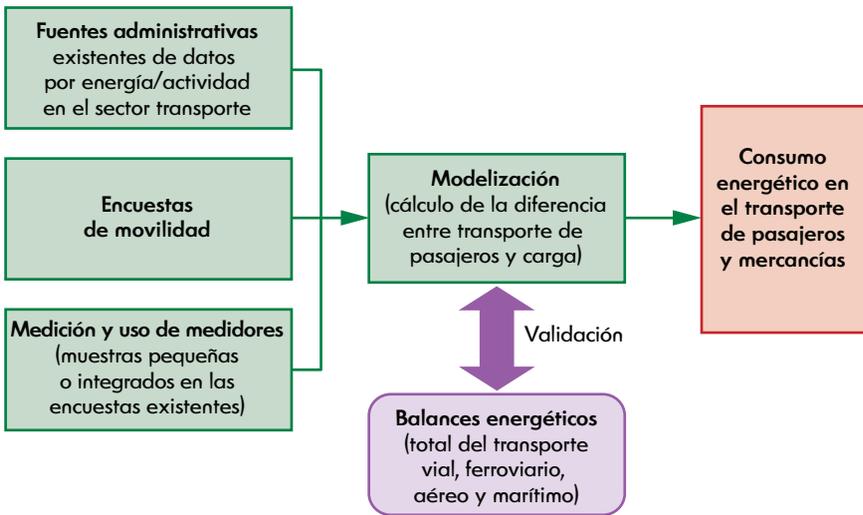
En la mayoría de casos, los modelos empleados para los indicadores de eficiencia energética son de tipo ascendente o “*bottom-up*” y su enfoque es estadístico o de ingeniería. Ascendente significa simplemente que los datos de entrada al modelo son desglosados a nivel de uso final. Los modelos de ingeniería suelen ser más técnicos e incluir información tecnológica como el coste del ciclo de vida, e incluso pueden suponer una evolución tecnológica. En casos donde falta la información necesaria sobre los usos finales, la modelización depende más del enfoque descendente o “*top-down*” basado en elementos macro y microeconómicos, y de análisis e investigaciones que vinculan diversas variables como ingresos disponibles, desembolsos familiares y consumo energético. Estos modelos y análisis suelen basarse en regresiones econométricas.

Los resultados de la modelación deben ser cotejados con los datos disponibles en los balances y las estadísticas energéticas nacionales. Por ejemplo, la modelización

de la energía que consumen los diversos tipos de vehículos de pasajeros y carga, debe ser igual al consumo energético total del transporte en el balance energético del país.

En la Figura 3.7 consta un ejemplo de modelización ascendente en el sector transporte. El modelo se basa en datos de consumo energético y actividades, obtenidos de fuentes administrativas, estudios de movilidad e iniciativas de medición. Produce estimativos distintos del consumo energético para pasajeros y carga tras cotejar el consumo sectorial total con el balance energético nacional.

Figura 3.7 • Esquema de un modelo de transporte: fuentes, datos de salida y cotejado



Varía el tiempo necesario para elaborar y calibrar correctamente un modelo, según su complejidad y si se basa o no en una modelización existente, en cual caso la fase de desarrollo consiste únicamente de una actualización basada en una adaptación de los supuestos y datos. Por lo general, su costo está en función del valor de la mano de obra y, posiblemente, del precio de adquisición de los datos requeridos.

Tabla 3.4 • Ventajas y desventajas de la modelización

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Económica • Diseñada en función de su propósito • Puede consolidar datos provenientes de múltiples fuentes • Puede arrojar estimativos de variables no medibles • Permite cotejar los estimativos ascendentes ("bottom-up") con las estadísticas energéticas nacionales 	<ul style="list-style-type: none"> • Depende de la disponibilidad de los datos de entrada • Depende de la calidad de los datos de entrada • Depende de los supuestos establecidos • La falta de transparencia puede causar problemas

Qué datos recopilar en el sector residencial y cómo hacerlo

1

¿Qué significa y qué abarca el sector residencial?

Según las Recomendaciones Internacionales sobre las Estadísticas Energéticas de la Organización de las Naciones Unidas, una unidad familiar es “un grupo de personas que comparte un mismo alojamiento, hace un fondo común de todo o parte de sus ingresos y patrimonio, y consume colectivamente determinados tipos de bienes y servicios, principalmente su vivienda y alimentos”. Por lo tanto, el sector residencial, también conocido como el sector doméstico, es el conjunto de unidades familiares en un país. Por motivos de claridad y congruencia con la terminología empleada en los balances energéticos, en el presente manual se utilizará el término “sector residencial”.

Más concretamente, para fines de consumo energético, el sector residencial abarca el conjunto de actividades que utilizan la energía (calefacción, cocción, electrodomésticos, etc.) relacionadas con hogares particulares donde reside al menos una persona. Esto incluye un amplio abanico de viviendas, desde un conjunto habitacional moderno de múltiples pisos en el centro de una gran ciudad hasta una carpa nómada en medio del desierto.

Es importante notar que el consumo energético para fines de traslado personal vinculado con las unidades familiares, debe ser reportado en el sector de transporte. Por tanto, los desplazamientos diarios desde y hacia el trabajo u otro lugar, bien sea vehículos particulares o transporte público, debe ser incluido bajo el sector transporte y no el residencial.

Preguntas y respuestas:

P1. ¿Existe alguna diferencia entre viviendas y unidades familiares?

Una vivienda, según la define la ONU, es una “unidad habitacional”, una morada separada e independiente destinada a ser habitada por una sola unidad familiar. Sin embargo, una unidad habitacional (y por ende una vivienda) puede ser ocupada por una o más unidades familiares. En términos de consumo energético, es más fácil recabar información de toda una vivienda que de cada unidad familiar que vive en una misma unidad habitacional.

P2. ¿Qué debe incluir el “total de viviendas”?

Total de viviendas: Incluye el conjunto de viviendas, sean éstas residencias primarias o secundarias, en el sector residencial, sin importar si son ocupadas o no. Sin embargo, excluye las que se encuentran bajo construcción.

Total de viviendas ocupadas: Abarca únicamente las viviendas del sector residencial y excluye las desocupadas y secundarias, es decir, las casas vacacionales y de campo.

P3. ¿Las viviendas desocupadas deben ser incluidas en el consumo energético del sector residencial?

No se debe escatimar esfuerzos en distinguir la porción desocupada (secundaria) del total de viviendas en el país. Preste atención cuando éstas constituyen más del 1% de las existencias habitacionales, ya que esto podría afectar al análisis de su eficiencia energética. Por tanto, se ha de diferenciar en lo posible entre las residencias primarias y secundarias, en los datos por actividad como la superficie ocupada. En suma, las viviendas desocupadas deben ser excluidas.

P4. ¿Existe alguna diferencia entre viviendas y edificios?

Sí. En el sector residencial, un edificio puede incluir varias viviendas residenciales habitadas por unidades familiares. Nótese que el concepto de sector inmobiliario, de construcciones, o de edificios, empleado frecuentemente por los analistas, combina los sectores residencial y de servicios.

P5. ¿Qué hay de los edificios externos, tales como garajes o cobertizos no adosados?

Entre los datos residenciales se debe incluir todo uso energético realizado dentro del predio de la unidad familiar. Se debe reportar toda actividad relacionada con las viviendas estacionarias en una propiedad, que pueden incluir una edificación exterior que sirva de galpón, garaje, taller, o habitación externa.

P6. ¿Qué tratamiento se da a las piezas destinadas a oficinas en viviendas particulares?

Algunas personas aprovechan parte de su vivienda para actividades profesionales, como en el caso del médico que atiende a pacientes en un consultorio dentro de su vivienda, o del comerciante que instala una tienda en su casa. En términos técnicos, todo consumo energético para fines profesionales debe ser excluido del consumo habitacional. En la mayoría de casos, esto resulta difícil, ya que suele haber un solo medidor eléctrico o sistema de calefacción para ambos. Según el peso relativo del consumo profesional, el de la casa debe ser restado, prorateando según su respectiva superficie u ocupación.

2

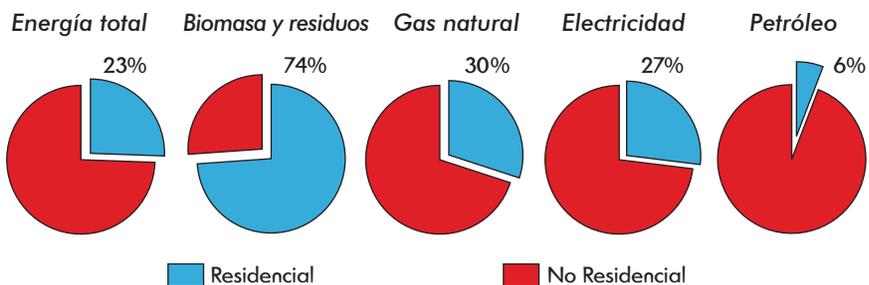
¿Por qué es importante el sector residencial?

El sector residencial da cuenta de una cuarta parte del consumo final total (CFT) mundial. Esta proporción se ha mantenido estable a lo largo de los últimos 35 años y probablemente siga más o menos igual en el futuro. Sin embargo, es tan solo un promedio internacional. Existen amplias discrepancias entre países a causa de sus condiciones climáticas, disponibilidad de recursos energéticos, infraestructura, ingresos, estructura económica, y demás realidades y preferencias nacionales.

Hay dos extremos en cuanto a la proporción del CFT que corresponde al consumo energético del sector residencial: por una parte, los países tropicales en desarrollo con pequeños sectores industriales y de servicios; y por otra parte, los países sin necesidad de calefacción, cuyas economías se basan en importantes sectores industriales y/o de servicios. En el primer conjunto de países se depende principalmente de la biomasa como energético primario, en su mayor parte para la cocción, y la participación del sector residencial en el CFT suele ser mayor al 75%, mientras que en los segundos el consumo residencial de energía puede representar menos del 10% del CFT. Dicha variación puede apreciarse mejor en la Figura 4.2, donde consta la participación del sector residencial en el CFT en determinados países. Estas proporciones son aproximaciones basadas en las estadísticas energéticas de la Agencia Internacional de Energía (AIE), por lo que deben emplearse con cautela, como indicativos preliminares del peso relativo del sector residencial respecto a los otros sectores de cada país, ya que en algunos casos es difícil distinguir entre el consumo del sector residencial y el de servicios, en materia de varios usos finales y energéticos.

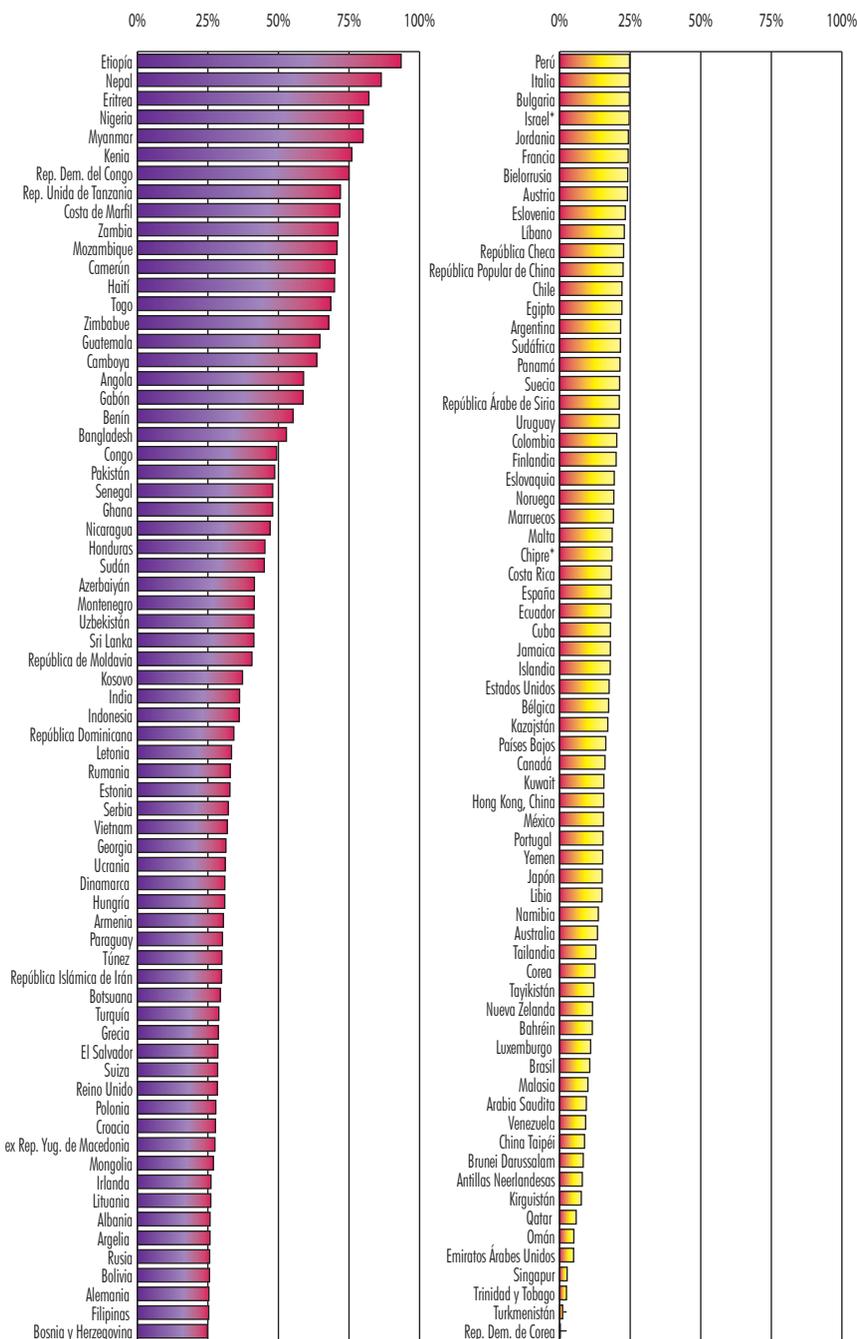
Así como varía ampliamente de un país a otro la proporción del CFT que corresponde al sector residencial, lo mismo se puede decir de la participación de los respectivos energéticos consumidos por dicho sector. En el ámbito internacional, este sector consume casi la cuarta parte del CFT mundial, pero esto representa un consumo del 74% de la biomasa, 30% del gas natural, 27% de la energía eléctrica y únicamente el 6% del petróleo (Figura 4.1).

Figura 4.1 • Consumo de determinados energéticos en el sector residencial como proporción del consumo final total del mundo (2011)



Por supuesto, estas participaciones del consumo de combustibles son promedios, por lo que no son representativas de todos los países. Por ejemplo, en los países tropicales en desarrollo, las unidades familiares dependen de la biomasa para más

Figura 4.2 • Participación del sector residencial en el consumo final total de determinados países (2011)



Nota: Salvo otra indicación, las tablas y figuras en este capítulo provienen de los datos y análisis de la AIE

* Véase el Anexo F.

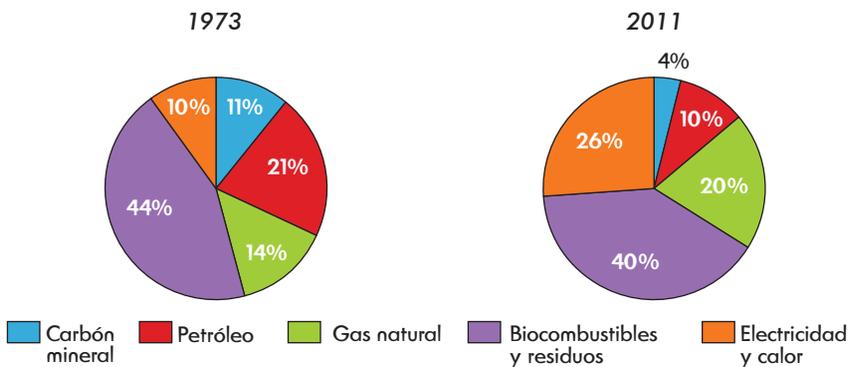
del 90% de su consumo energético, que rara vez es el principal energético en países donde se dispone de múltiples energéticos más modernos.

De modo similar, el consumo eléctrico del sector residencial suele representar más del 90% del CFT en aquellos países donde se utiliza este energético para la calefacción y el enfriamiento, la cocción y el calentamiento de agua, mientras que tiende a ser sumamente limitado en países con bajos índices de electrificación y proporciones de consumo de esta fuente.

En el año 1973, los biocombustibles sólidos (principalmente la leña) representaban gran parte (44%) de la matriz energética mundial, seguidos de los derivados de petróleo (21%), el gas natural (14%), el carbón mineral (11%) y la electricidad (10%). Desde ese entonces, la participación de ésta última ha aumentado de la manera más dramática, llegando al 26% en el año 2011. Esto se debe a varios factores: los programas masivos de electrificación, su penetración para la calefacción y el calentamiento de agua, y avances en el uso de aparatos eléctricos grandes y pequeños.

También ha aumentado al 20% la participación del gas natural. Las proporciones de petróleo y carbón mineral bajaron fuertemente en el año 2011, al 10% y 4% respectivamente. Aunque los biocombustibles aun mantienen el mayor porcentaje, y con mucho (40%), éste también se ha reducido en términos relativos (Figura 4.3).

Figura 4.3 • Participación de varios energéticos en el consumo residencial mundial



Es importante que los formuladores de políticas reconozcan tanto el peso de la demanda energética en el sector residencial del país, como las posibilidades de ahorro que podrían incidir en el comercio energético, la seguridad de suministro, los recursos nacionales, el nivel de vida de la población y las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, se podría tener un gran efecto en el consumo energético global mediante: la imposición de códigos de construcción estrictos, la eliminación progresiva de las lámparas incandescentes, la prohibición de electrodomésticos que incumplen las normas mínimas de eficiencia, la subvención de determinados equipos, la tributación de ciertas prácticas y energéticos, y la motivación a utilizar cocinas a leña más eficientes.

Aunque quienes formulan las políticas tienen una incidencia importante en el consumo energético del sector, varios otros actores también pueden influir: las familias mismas traducen las variaciones de precios en acciones y cambios de comportamiento; las empresas de servicio público tienen un impacto en el consumo

residencial en las curvas de pico y carga; los fabricantes proponen electrodomésticos más eficientes; los arquitectos diseñan edificios más eficientes; y las comunidades locales previenen la desertificación causada por el uso excesivo de la biomasa.

Preguntas y respuestas:

P7. ¿Puede el consumo residencial de energía en un balance energético diferir de lo reportado para los indicadores de eficiencia energética en los inmuebles?

El la primera sección – “¿Qué significa y que abarca el sector residencial?” – se dijo que los indicadores de eficiencia energética suelen ser calculados en base a las viviendas ocupadas. En un balance energético, no obstante, el consumo residencial abarca el conjunto de moradas. Por ende, podría haber una divergencia entre los dos. Además, es posible que existan otras diferencias entre estos conjuntos de datos, como es la corrección de temperaturas a raíz de los grados-día de calefacción y enfriamiento.

3

¿Cuáles son los principales usos finales que impulsan el consumo en el sector

En sentido amplio, los usos finales de energía en el sector residencial pueden ser agrupados en seis categorías principales: calefacción, enfriamiento, calentamiento de agua, cocción, iluminación y electrodomésticos. A continuación consta una breve descripción de cada una, aunque no es de ninguna manera exhaustiva esta lista ni sus descripciones.

- **Calefacción:** La calefacción de las viviendas, particularmente para fines de comodidad humana, se logra mediante diversos sistemas y combustibles, que se agrupan en dos tipos generales: central y focalizado. Los sistemas centrales calefactan toda una vivienda e incluyen los radiadores con agua caliente o vapor, los hornos de piso o pared, las redes urbanas y las bombas de calor. Los sistemas focalizados pueden ser divididos en varias categorías: calefactores eléctricos independientes, chimeneas u hogares y estufas autónomas, los cuales consumen derivados de petróleo u otros combustibles como carbón mineral o leña. No es poco común que los hogares cuenten con una combinación de varios sistemas, como por ejemplo el uso de calefactores eléctricos para suplir las carencias del sistema central básico. Los sistemas de calefacción consumen diversos energéticos como electricidad, gas natural, carbón mineral, gas licuado de petróleo (GLP), queroseno, biomasa, y energía solar activa o pasiva.
- **Enfriamiento:** Los equipos utilizados para el enfriamiento de las viviendas, pueden ser agrupadas en dos categorías generales: centrales y focalizados. Los acondicionadores de aire centrales utilizan ductos que pueden ser compartidos por el sistema de calefacción central. Para enfriar una sola habitación, se utiliza el aire

acondicionado de pared y los sistemas divididos. Otros sistemas de enfriamiento posibles son: los enfriadores evaporativos (swamp coolers) que enfrían el aire mediante la evaporación de agua; las bombas de calor operadas en reverso para enfriar el aire; y las redes de enfriamiento urbana. La mayoría de los sistemas de enfriamiento en el sector residencial operan únicamente con energía eléctrica.

- **Calentamiento de agua:** El agua caliente es utilizada para bañarse, lavar, etc. y se produce mediante diversos sistemas con o sin tanques, ya sea independientemente o en combinación con los sistemas de calefacción. Entre los energéticos más utilizados se incluyen: gas natural, GLP, electricidad, biomasa y cada vez más la energía térmica solar en un número creciente de países. En el sector residencial se conoce como el agua caliente sanitaria.
- **Iluminación:** Para la iluminación interior y exterior de las viviendas, se consume principalmente la energía eléctrica. Las lámparas incandescentes, que han existido durante más de un siglo, son reemplazadas progresivamente por elementos más eficientes como los tubos fluorescentes, las lámparas fluorescentes compactas y los LED (diodos emisores de luz). Cada vez más países aprueban reglamentos para eliminar por fases las bombillas incandescentes. Las unidades familiares sin acceso a la red eléctrica aún dependen de medios tradicionales de iluminación como lámparas a queroseno y GLP, y en algunos casos incluso velas y linternas. Adicionalmente, puede volverse más prominente a futuro la iluminación solar sin conexión eléctrica.
- **Cocción:** Es posible preparar los alimentos con una gran variedad de estufas, desde los hornillos modernos de inducción hasta las tradicionales tres piedras. Para ello se consumen diversos energéticos como gas natural, electricidad, biomasa, GLP, queroseno y carbón mineral. Los hornos también se incluyen en el consumo energético para la cocción, pero es mejor reportar como electrodomésticos tales aparatos como las tostadoras y los microondas, debido a la dificultad de separar su respectivo consumo..
- **Electrodomésticos:** Abarcan dos categorías principales: grandes o principales (de línea blanca) y otros (normalmente mucho más pequeños). Entre los grandes están básicamente las neveras, los congeladores, las lavadoras y secadoras de ropa, y los lavavajillas. Existe una amplia gama de "otros", que van desde los aparatos electrónicos como televisores, computadoras y equipos de sonido y video, hasta las aspiradoras, los microondas y las planchas. Casi todos los electrodomésticos consumen energía eléctrica.

Depende de las realidades y preferencias de cada país la proporción absoluta y relativa del consumo energético que corresponde a estos diversos usos finales. Donde el clima es frío, la calefacción puede representar una gran parte del consumo total, mientras en los países tropicales en desarrollo con una abundancia de biomasa y un índice de electrificación bajo, la cocción suele ocupar la mayor parte de la demanda energética total.

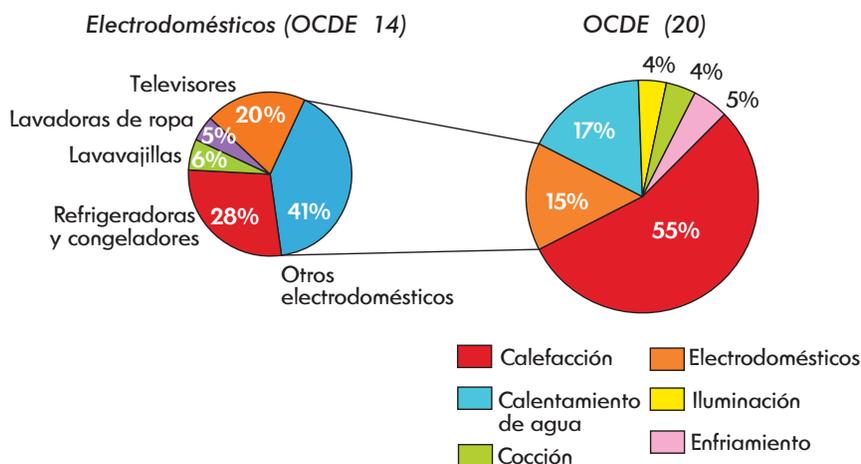
Debido a la falta de información sobre los usos finales en varios países, no es posible al momento citar un promedio mundial del consumo relativo de cada uso final. Sin embargo, aunque dista mucho de ser representativo del mundo, en la Figura 4.4 se desglosa el consumo residencial por categoría para 20 países miembro de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en los cuales se dispone de datos. En esta muestra, la calefacción da cuenta

de aproximadamente la mitad del consumo residencial, seguida del agua caliente sanitaria y los electrodomésticos.

En materia de electrodomésticos, es interesante observar que, si bien en el pasado los grandes representaban la mayor proporción del consumo total, actualmente los “otros” tienen la mayor participación en el consumo de los países miembro de la OCDE. Esto se debe principalmente al dramático avance de los equipos de audio y video, informáticos, otros dispositivos electrónicos, y los pequeños aparatos de cocina, además de mejoras en la eficiencia energética de los dispositivos grandes.

A modo de comparación, un estudio realizado por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible – WBCSD (2009), ofrece algunas cifras útiles relacionados con el desglose de los usos finales en la República Popular de China y en la India. Según este estudio, en China, la calefacción representa el 33% del consumo del sector, seguida de la iluminación y los electrodomésticos combinados (30%), el calentamiento del agua (25%), y la cocción (12%). En la India, la cocción es el principal uso final con 63%, seguida de la iluminación y los electrodomésticos (20%), el calentamiento de agua (10%), y el aire acondicionado (7%).

Figura 4.4 • Desglose del consumo residencial por uso final en 19 países miembro de la OCDE



Nota: Sólo se dispone del desglose de los electrodomésticos para 14 países.

Preguntas y respuestas:

P8. ¿Cómo se representan los equipos especializados como cortadoras de césped, quitanieves y otros?

La gente utiliza varios tipos de equipos especializados en sus viviendas, que son de difícil clasificación bajo los principales usos finales enumerados en lo anterior. Es el caso de los quitanieves, las

cortadoras de césped, los calentadores al aire libre y muchos otros, que deben ser incluidos en “otros usos de energía” en el desglose del sector residencial en la Figura 3.4. Estos suelen ser específicos para determinados tipos de vivienda (hogares con jardines) o regiones (de clima frío o caliente). Como consecuencia de ello, y para fines de comparar entre categorías y regiones, estos consumos específicos no deben ser incluidos en ninguno de los principales usos finales. Sin embargo, para una comparación detallada, se podría incluir este nivel de detalle en la elaboración de los indicadores.

P9. ¿En qué categoría deben incluirse los ventiladores?

Los ventiladores son de uso frecuente, no sólo para enfriar las viviendas, sino también para dar una sensación de aire fresco o frío. En algunos hogares, los ventiladores, especialmente los de techo, constituyen el único medio para “enfriar” el interior. Es debatible si deben ser incluidos bajo enfriamiento o como electrodomésticos como elemento de ventilación. Sin embargo, en la mayoría de los casos constan como electrodomésticos pequeños y no bajo enfriamiento.

P10. ¿El caldeo para las piscinas debe incluirse bajo calentamiento de agua?

Al igual que en el caso de los equipos especializados, teniendo en cuenta el reducido número de piscinas en el sector residencial en general, el consumo energético para calentar el agua de las mismas debe ser excluido del calentamiento de agua en el consumo energético total. Esto también se aplica a otros tipos de equipos como saunas o jacuzzis.

P11. ¿Cómo se clasifican las ollas arroceras (o similares) utilizadas ampliamente para la cocción en algunas regiones?

Cuando un tipo de equipo ocupa una porción relevante de la energía para la cocina, como es el caso de las arroceras en algunas regiones, su consumo debe ser incluido en el total de cocción.

P12. ¿Cómo se debe clasificar la energía utilizada para recargar la batería de un coche eléctrico?

El consumo de energía asociada con el transporte particular desde y hacia el hogar, incluidos los coches eléctricos, debe ser reportado en el sector de transporte, no en el sector residencial.

4 ¿Qué indicadores son los más utilizados?

Dependiendo de la disponibilidad de datos, se puede elaborar indicadores muy desagregados o quedarse en un nivel demasiado general como para que tenga sentido en términos del análisis de eficiencia.

Entre los indicadores más agregados está la participación del sector residencial en el CFT y el consumo residencial total por persona, por vivienda o por superficie. Si estos indicadores permiten comparaciones muy generales (a menudo engañosas) entre países y su evolución en el tiempo, no podrán ser asimilados como indicadores de la eficiencia energética como tal.

También hay indicadores agregados que sirven propósitos específicos. Por ejemplo, el índice de electrificación de los hogares en un país (total o desglosado entre las zonas urbanas y rurales) se puede utilizar para estudios de alimentación en los programas de electrificación. Otro ejemplo es el índice de hogares urbanos y rurales que dependen principalmente de la biomasa, que pueden ser utilizados para la evaluación de la pobreza energética o la medición del impacto en el medio ambiente local. Sin embargo, estos indicadores tampoco pueden considerarse indicadores de eficiencia energética. Para que tenga sentido, los indicadores de eficiencia energética requieren de datos más desagregados de energía y actividad, como se describe en los siguientes párrafos donde se especifica cada uno de los seis usos finales principales identificados en lo anterior.

Los indicadores de cada uso final pueden ser definidos en forma piramidal, desde un nivel agregado (por ejemplo, la proporción de la calefacción en el consumo total del hogar), hasta el más desagregado (por ejemplo, el consumo para la calefacción por tipo de sistema, por vivienda o por superficie). Mientras más “ancha” la pirámide, mayores detalles se requieren. En este enfoque piramidal se definen tres niveles, siendo el primero el más agregado y el tercero el más desagregado. Por motivos de simplificación, se ha asignado a cada indicador un código corto de tres caracteres que identifican el uso final y el nivel del indicador.

Los indicadores que empiezan con la **H** son de calefacción, con la **C** son de enfriamiento, con la **W** son de calentamiento de agua, con la **L** son de iluminación, con la **K** son de cocción y con la **A** son electrodomésticos. El número que sigue se refiere al nivel de desagregación, siendo 1 el más agregado y 3 el más desagregado. La función principal del tercer carácter, una letra, es la de diferenciar entre indicadores del mismo uso final y del mismo nivel. A modo de ilustración, el indicador (**L2a**) corresponde al segundo nivel de desagregación (2) para la iluminación (**L**) (en este caso particular, el consumo de la iluminación por vivienda).

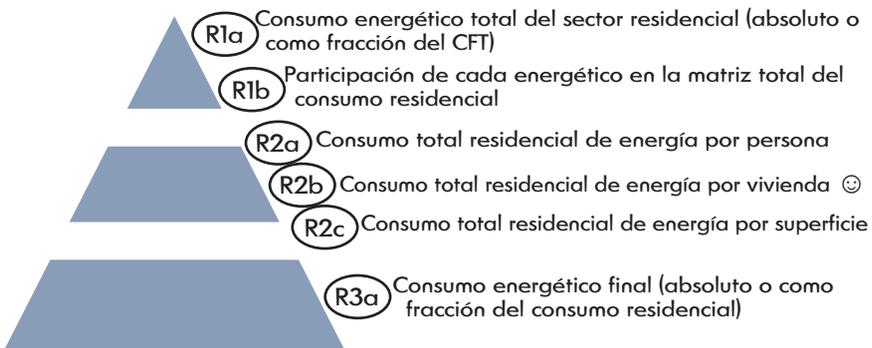
Una séptima pirámide, presentada como la primera pirámide en la siguiente sección, también se puede proponer para reagrupar los indicadores más agregados. Como se mencionó en lo anterior, estos indicadores no siempre se asocian con los indicadores de eficiencia energética como tal, pero debido a la falta de datos detallados, a menudo son los únicos que se pueden establecer. Constituyen un primer paso hacia la elaboración de indicadores más detallados y significativos. Comienzan con la letra **R** y siguen la misma clasificación de tres niveles como los seis usos finales del sector residencial.

En cada uso final, uno de los indicadores muestra una carita feliz (☺), lo cual señala el más preferido y recomendado para ese uso final.

Sector residencial total

En la mayoría de países, el consumo en los diversos sectores forma parte de un balance energético, por lo que con frecuencia se conoce su consumo total, incluido el del sector residencial. Por otra parte, a menudo las fuentes administrativas básicas, como son los censos, arrojan información útil en cuando a datos básicos por actividad en el sector residencial: población, número de viviendas, etc. Tanto el consumo energético por sector como los datos básicos por actividad, sirven de base para la elaboración del primer y segundo nivel de indicadores agregados para el sector residencial.

Figura 4.5 • Pirámide de indicadores residenciales *



*Nótese que esta desagregación se aplica al total sectorial, así como a cada tipo de vivienda (por ejemplo, casas unifamiliares separadas, viviendas adosadas, etc.).

El indicador más sencillo, el de nivel 1, es el consumo energético total para el sector residencial, expresado ya sea en términos absolutos o como un porcentaje del CFT (R1a). Es útil conocer esto para poder apreciar mejor el peso del sector en la demanda energética, como se analizó en la Sección 2 – “¿Por qué es importante el sector residencial?” El segundo indicador de nivel 1 es la proporción de cada energético en la matriz de consumo residencial total (R1b). Estos dos indicadores no siempre se consideran indicadores de eficiencia, pero si son los únicos disponibles, pueden servir para evaluar las políticas energéticas del sector.

El segundo nivel de indicadores presenta las relaciones entre el consumo energético total y los simples datos por actividad: población general (R2a), total de viviendas (R2b) y, cuando se dispone, superficie total (R2c). **El consumo residencial de energía por vivienda es el indicador recomendado para el sector residencial en general.**

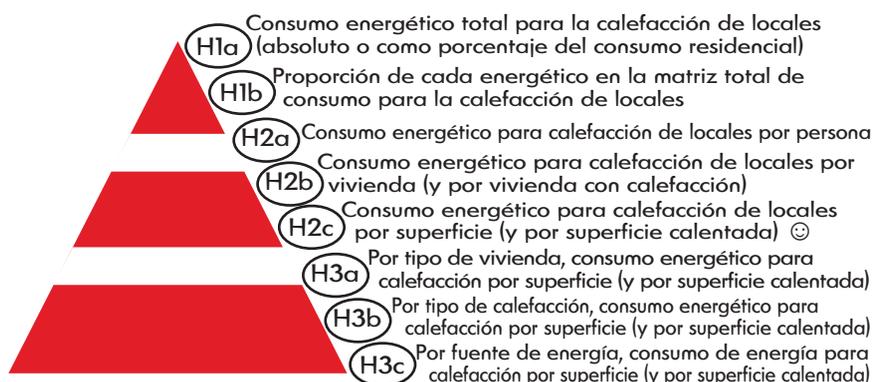
El tercer nivel de indicadores trata del desglose básico del total del consumo residencial por uso final en términos absolutos o de porcentaje (R3a). Es útil porque indica cuáles de los usos finales resultan en el mayor consumo del sector.

Algunos países desglosan aún más los indicadores residenciales para incluir, por ejemplo, el año de construcción de las viviendas o en los ingresos por unidad familiar. Sin embargo, en aras de la simplificación, no son considerados en el presente manual.

Calefacción de locales

Según la disponibilidad de datos y el propósito de los indicadores, existe un amplio abanico de indicadores que podrían ser elaborados a partir de la calefacción.

Figura 4.6 • Pirámide de indicadores residenciales para la calefacción



El indicador más sencillo de nivel 1 es el consumo energético total para la calefacción en un país, expresado ya sea en términos absolutos o como porcentaje del consumo del sector (H1a). No es en realidad un indicador de la eficiencia energética, sino que constituye una primera indicación del peso absoluto y relativo de la calefacción en el consumo energético total residencial. Podría señalar la necesidad de prestar especial atención a la calefacción en términos de su potencial para el ahorro energético.

El segundo indicador de nivel 1 que se puede utilizar, es la participación de cada combustible en la matriz energética del consumo para la calefacción en el sector (H1b). Al igual que el primer indicador, no indica la eficiencia sino que se puede utilizar en la evaluación de las políticas energéticas del sector.

El segundo nivel de indicadores abarca el consumo para la calefacción por habitante (H2a), por vivienda (H2b) y por superficie (H2c). Si muchas viviendas no cuentan con calefacción, los indicadores (H2b) y (H2c) carecen de significado, por lo que se recomienda establecer indicadores similares por vivienda y por superficie calentada. **El indicador recomendado para la calefacción es el consumo energético por superficie calentada.**

El indicador (H2c) puede ser desglosado aun más por tipo de vivienda (H3a), por tipo de calefacción (H3b) y/o por fuente de energía (H3c) en un tercer nivel.

En casos específicos, tales como la auditoría térmica de los edificios, también podría resultar útil contar con indicadores adicionales, teniendo en cuenta el volumen en lugar de la superficie, la pérdida de calor, la eficiencia del sistema (introduciendo la noción de energía útil), etc. Sin embargo, ya que la mayoría se refiere más al

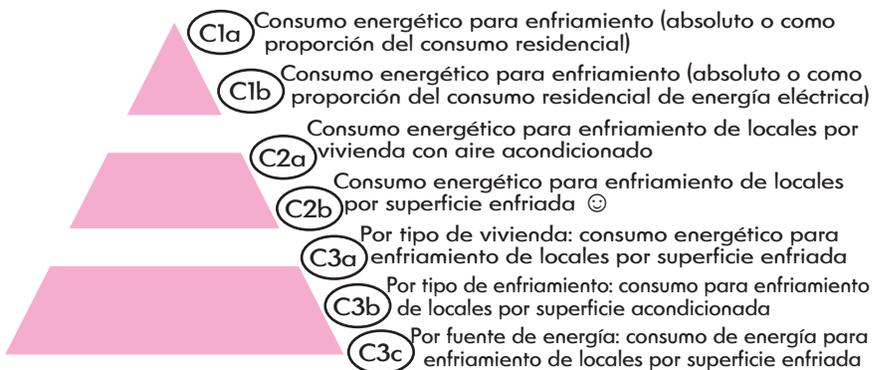
ámbito de la auditoría de edificios que a los indicadores de eficiencia energética, no serán consideradas en el presente manual.

Nota: Sin importar el nivel de los indicadores considerados, se recomienda ajustar el consumo para la calefacción según las variaciones anuales de temperatura, con el fin de comparar la situación de un año a otro. La mejor manera de realizar este ajuste es por número de grados-día de calefacción, como se explica en el Anexo C.

Enfriamiento de locales

Con los avances de la última década en el enfriamiento de casas y departamentos, sus indicadores de eficiencia energética se vuelven cada vez más relevantes. Sin embargo, son de elaboración más difícil que para la calefacción, debido a que: a) es pequeña la proporción de casas que cuentan con enfriamiento; b) sólo unas pocas habitaciones se enfrían y no toda la casa; c) la dificultad de aislar el consumo para el enfriamiento del uso total de electricidad; y d) la utilización inconstante de enfriamiento entre día y noche.

Figura 4.7 • Pirámide de indicadores de enfriamiento residencial



Los indicadores elaborados para representar el consumo relativo de energía en el enfriamiento, siguen una estructura similar a la presentada para la calefacción. El de nivel más alto identifica el uso total para el enfriamiento en un país, expresado en términos absolutos o como porcentaje del consumo del sector (C1a). Las mismas advertencias de (H1a) se aplican a (C1a) en cuanto a la significancia de este indicador, pero es útil para evaluar la penetración del enfriamiento en el sector residencial de un país. En vista de que la electricidad es, con mucho, el principal energético utilizado para el enfriamiento, su uso para este fin (en valores absolutos o como porcentaje del consumo total de electricidad) también es un indicador significativo (C1b).

Aunque a veces el consumo del enfriamiento por vivienda es utilizado como indicador, no consta en la pirámide porque a menudo el número de viviendas sin aire acondicionado es mucho mayor al número con el mismo, por lo que carece de sentido. A consecuencia, los dos indicadores de nivel 2 son el consumo de enfriamiento por vivienda con aire acondicionado (C2a) o aún mejor el consumo de enfriamiento por superficie construida de las mismas (C2b). **El uso de energía por superficie acondicionada es el indicador recomendado para el enfriamiento.**

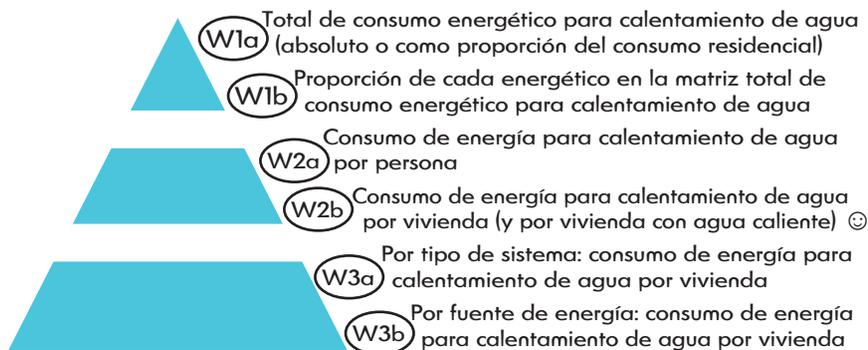
Hay tres indicadores de tercer nivel: el consumo de enfriamiento por superficie (o por área enfriada) para cada tipo de vivienda (C3a), tipo de aire acondicionado (C3b) y fuente de energía (C3c). El indicador (C3c) sólo se menciona para uso futuro, ya que actualmente la mayoría de sistemas funcionan a base de electricidad. Sin embargo, la penetración de los sistemas a gas, energía solar o incluso las redes urbanas (como en el sector de servicios) es factible en un futuro previsible.

Nota: Al igual que en la necesidad de aplicar los grados-día de calefacción al uso de energía para calentar los hogares, se recomienda aplicar los grados-día de enfriamiento para nivelar la curva de consumo de energía en el tiempo – es decir, reducir el efecto de los cambios de clima.

Calentamiento de agua.....

Como en el caso de la calefacción (y con las mismas palabras de precaución), los indicadores de primer nivel para calentamiento de agua tratan del consumo energético total de uso final (W1a) y la proporción de cada energético en la matriz total de consumo energético para el calentamiento de agua (W1b).

Figura 4.8 • Pirámide de indicadores para el calentamiento de agua residencial



La sección central de la pirámide contiene dos indicadores: consumo de energía para calentamiento por persona (W2a), y el consumo de energía para agua caliente por vivienda (y por vivienda con calentamiento de agua) (W2b). **El indicador recomendado es el consumo de energía para calentamiento de agua por vivienda con agua caliente (W2b).**

Los indicadores de tercer nivel incluyen el consumo de energía para calentamiento de agua por vivienda para cada tipo de sistema (W3a) y para cada fuente de energía (W3b).

Iluminación.....

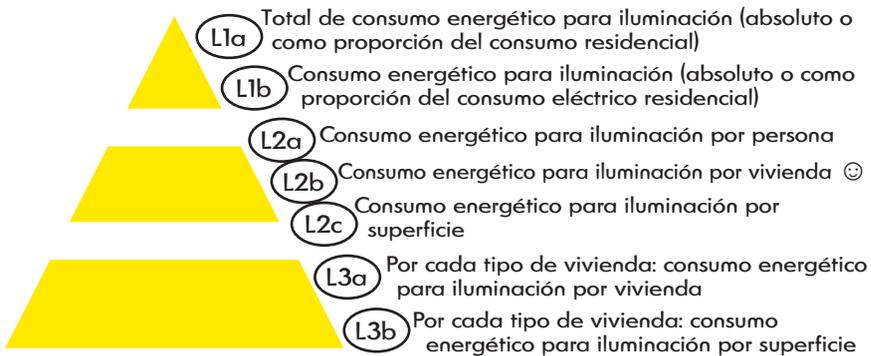
Los indicadores de primer nivel son similares a las descritas para el enfriamiento: consumo energético total del sector para la iluminación, en términos absolutos o relativos (L1a). Debido a la relevancia de la electricidad en la iluminación, su consumo también se expresa en términos absolutos y relativos (L1b).

El consumo total puede ser dividido en dos indicadores de nivel 2: consumo energético para iluminación por persona (L2a), por vivienda (L2b) y por superficie (L2c). El indicador recomendado para la iluminación es su consumo energético por vivienda ocupada.

Si se dispone de los datos necesarios, se puede desglosar los indicadores de tercer nivel por tipo de vivienda, que cubre el consumo para iluminación por vivienda (L3a) o por superficie (L3b).

Con indicadores más detallados se podría distinguir entre diferentes tecnologías de iluminación, pero rara vez son considerados y utilizados debido a la falta de datos. En consecuencia, no serán incluidos en el presente manual.

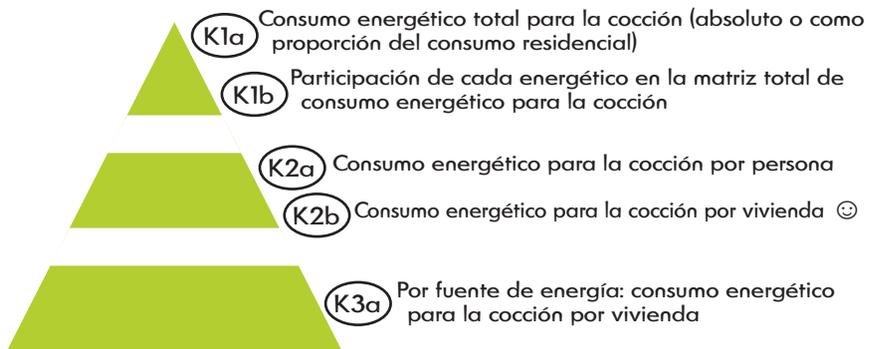
Figura 4.9 • Pirámide de indicadores para la iluminación residencial



Cocción

Aunque son muchos los indicadores que podrían ser elaborados y utilizados para evaluar el uso de energía en la cocina, sólo cuatro se han mantenido en el presente manual. Los dos primeros, de nivel 1, son el uso total de energía para la cocción, en términos absolutos o como porcentaje del sector (K1a) y la participación de cada energético en la matriz total de consumo energético para la cocción (K1b). Las mismas reservas planteadas para los otros usos finales se aplican a estos indicadores.

Figura 4.10 • Pirámide de indicadores para la cocción residencial



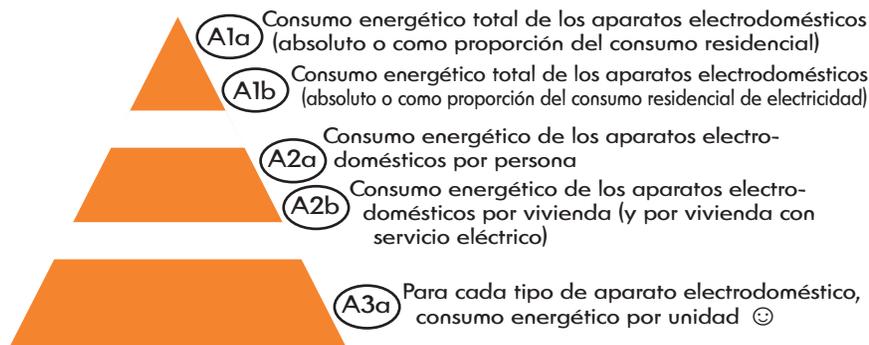
En el nivel 2, dos Indicadores sencillos indican el consumo medio de energía por cocción por persona (K2a) y por vivienda (K2b). **El uso energético para cocinar por vivienda es el indicador recomendado en este caso.** El indicador de nivel 3 es similar al preferido, pero desglosado por fuente de energía (K3a): por ejemplo, el consumo total de electricidad para la cocción, dividido para el número de viviendas que utilizan la electricidad para cocinar.

Existen otros Indicadores útiles, sobre todo para países donde el uso excesivo de leña podría dar lugar a procesos de desertificación. Dos ejemplos son el porcentaje de hogares que utilizan leña o carbón vegetal para cocinar en zonas rurales y/o urbanas, y el índice de penetración de determinado energético en la matriz de la cocción en las ciudades o aldeas.

Electrodomésticos

En la parte superior de la pirámide se agrupan los electrodomésticos en dos Indicadores: el primero indica el uso total de energía para los electrodomésticos, como valor absoluto o en términos relativos respecto al consumo total del sector residencial (A1a); y el segundo, como en el caso del enfriamiento y la iluminación, es el mismo indicador, pero sólo para la electricidad, ya que ésta es casi la única fuente de energía utilizada para los electrodomésticos (A1b). Aunque existen otros energéticos para este fin, son marginales. Los indicadores para los electrodomésticos presentados en el presente también podrían ser desglosados por tipo de aparato grande y pequeño (por ejemplo, el consumo total de las neveras, de los televisores, etc.).

Figura 4.11 • Pirámide de indicadores residenciales para electrodomésticos



En el nivel medio hay un desglose adicional que indica el promedio nacional del consumo energético para el conjunto de electrodomésticos (o para cada tipo) por persona (A2a) y por vivienda (A2b) (que incluye por vivienda con servicio eléctrico).

El nivel más detallado es el consumo medio de energía por unidad para cada tipo (A3a). Por ejemplo, en el caso de las neveras, es el consumo medio por aparato por año, que corresponde al consumo energético total de las neveras del país dividido para el número de aparatos. Este tipo de indicador puede facilitar la identificación de oportunidades para mejorar aún más la eficiencia de los electrodomésticos

Tabla 4.1 • Resumen de los indicadores más comunes en el sector residencial

Indicador	Cobertura	Datos energéticos	Datos por actividad	Código	Indicador recomendado
Consumo energético de calefacción de locales por persona	General	Consumo energético total para la calefacción de locales	Población total	H2a	
Consumo energético de calefacción de locales por vivienda	General	Consumo energético total para la calefacción de locales	Total de viviendas	H2b	
Consumo energético de calefacción por superficie (ídem por superficie calentada)	General	Consumo energético total para la calefacción de locales	Superficie total	H2c	☺
	Por tipo de vivienda	Consumo energético para la calefacción de viviendas de tipo A	Superficie de viviendas de tipo A	H3a	
	Por sistema de calefacción	Consumo energético para la calefacción de viviendas con sistema α	Superficie de viviendas con sistema de calefacción α	H3b	
	Por fuente de energía	Consumo energético para la calefacción de viviendas con energético Z	Superficie de viviendas con energético Z	H3c	
Consumo de energía para enfriamiento de locales por vivienda con aire acondicionado (A/C)	General	Consumo energético total para el enfriamiento	Total de viviendas con A/C	C2a	
Consumo energético para enfriamiento de locales por superficie de viviendas con A/C	General	Consumo energético total para el enfriamiento	Superficie total enfriada	C2b	☺
	Por tipo de vivienda	Consumo energético para enfriamiento de viviendas de tipo A con A/C	Superficie enfriada en viviendas de tipo A con A/C	C3a	
	Por tipo de sistema	Consumo energético para enfriamiento de viviendas con el sistema A/C de tipo α	Superficie enfriada en viviendas con A/C sistema α	C3b	
	Por fuente de energía	Consumo energético para enfriamiento de viviendas con A/C y energético Z	Superficie enfriada en viviendas con A/C energético Z	C3c	
Consumo energético para calentamiento de agua por persona	General	Consumo energético total para calentamiento de agua	Población total	W2a	
Consumo energético para calentamiento de agua por vivienda	General	Consumo energético total para calentamiento de agua	Total de viviendas	W2b	☺
	Por tipo de sistema	Consumo energético para calentamiento de agua en viviendas con sistema α	Total de viviendas con calentamiento de agua de sistema α	W3a	
	Por fuente de energía	Consumo energético para sistema de calentamiento de agua con energético Z	Total de viviendas con sistemas a energético Z	W3b	
Consumo energético para iluminación por persona	General	Consumo energético total para iluminación	Población total	L2a	
Consumo energético para iluminación por vivienda	General	Consumo energético total para iluminación	Total de viviendas	L2b	☺
	Por tipo de vivienda	Consumo energético para iluminación de viviendas de tipo A	Cantidad de viviendas de tipo A	L3a	
Consumo energético para iluminación por superficie	General	Consumo energético total para iluminación	Superficie total	L2c	
	Por tipo de vivienda	Consumo energético para iluminación de viviendas de tipo A	Superficie total de viviendas tipo A	L3b	
Consumo energético para la cocción por persona	General	Consumo energético total para la cocción	Población total	K2a	
Consumo energético para la cocción por vivienda	General	Consumo energético total para la cocción	Total de viviendas	K2b	☺
	Por fuente de energía	Consumo energético para la cocción con energético Z	Cantidad de viviendas con cocción a energético Z	K3a	
Consumo energético en aparatos electrodomésticos por persona	General	Consumo energético total para aparatos electrodomésticos	Población total	A2a	
Consumo energético en aparatos electrodomésticos por vivienda	General	Consumo energético total para aparatos electrodomésticos	Total de viviendas	A2b	
Consumo energético por aparato unitario	Por tipo de aparato	Consumo energético para todo aparato de tipo A	Cantidad de electrodomésticos de tipo A	A3a	☺

■ Calefacción de locales ■ Enfriamiento de locales ■ Calentamiento de agua ■ Iluminación ■ Cocción ■ Electrodomésticos

existentes. El consumo de energía por unidad es el indicador recomendado para los electrodomésticos.

En la Tabla 4.1 se resume los principales indicadores utilizados en el sector residencial, a excepción de los de nivel 1, que no son realmente de eficiencia energética, ni siquiera de la intensidad energética. Estos Indicadores sólo señalan la importancia absoluta o relativa de un uso final en la matriz sectorial o en la matriz energética total.

Para cada indicador en los niveles 2 y 3 consta el nombre, su cobertura (general o por tipo específico), los datos energéticos, y los datos por actividad a ser utilizados. La columna penúltima da el código del indicador y la última columna contiene una carita feliz para señalar que el indicador es el preferido para determinado uso final.

5 Datos subyacentes detrás de los indicadores

Como se mencionó anteriormente, se requiere de varios datos para los indicadores básicos de eficiencia energética residencial, relacionando los datos energéticos con los datos por actividad. En la Figura 4.12 se destaca los principales datos de consumo energético, necesarios para elaborar los indicadores descritos en la sección anterior. Incluyen las diversas maneras de utilizar la energía en una vivienda: para calefactar, enfriar, cocinar y, en general, para vivir. Los datos por actividad (resumidos en la Figura 4.13) reflejan la información necesaria para calcular el uso promedio por persona, por vivienda, por superficie y por aparato.

Datos de consumo energético

Datos de consumo para la calefacción

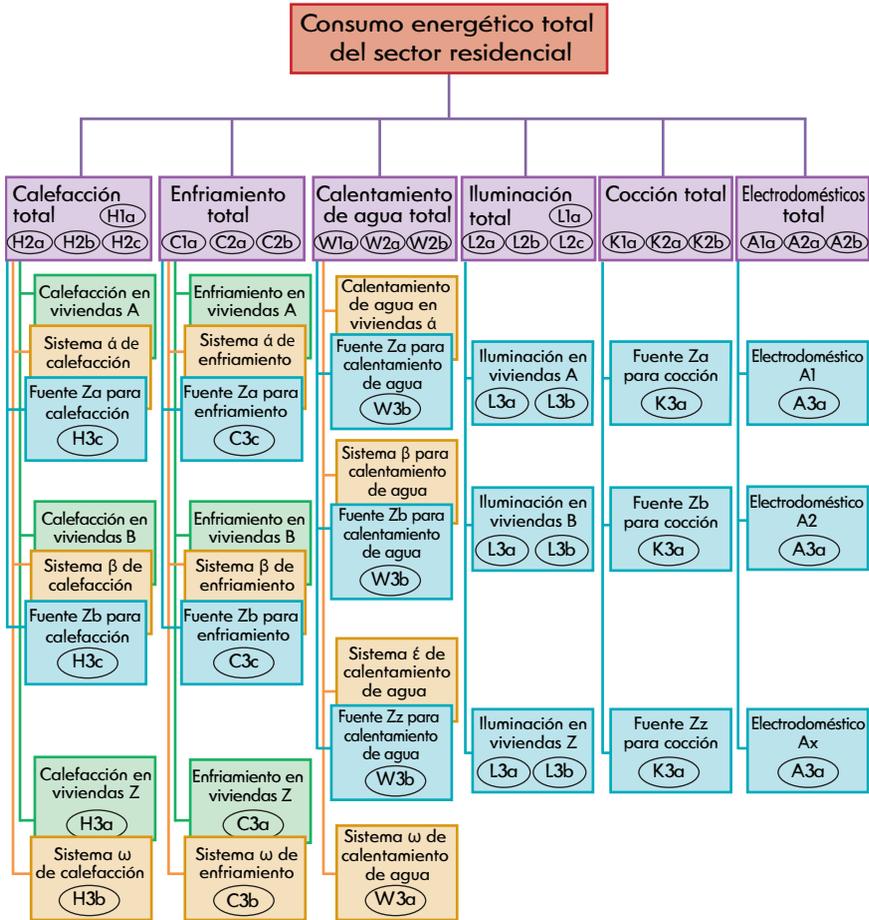
Consumo total para la calefacción: Es el consumo energético total utiliza para calentar las viviendas ocupadas. Incluye todo tipo de energético (electricidad, gas natural, biomasa, etc.) utilizado en todo tipo de sistema de calefacción (centrales o autónomos) para todo tipo de vivienda. Sirve de numerador para los indicadores H2a), (H2b) y (H2c).

Consumo total en la calefacción por vivienda de tipo A: Es el consumo energético en general para la calefacción de viviendas de determinado tipo: casas autónomas y unitarias, viviendas semiautónomas, casas adosadas de múltiples unidades, casas móviles, etc. Sirve de numerador para el indicador (H3a).

Consumo total en la calefacción de viviendas que emplean sistemas de tipo a: Es el consumo energético en general para la calefacción de viviendas con determinado tipo de sistema o equipo: central, urbana, estufas autónomas, etc. Sirve de numerador para el indicador (H3b).

Consumo total en la calefacción de viviendas con energético Z: Es el consumo energético en general para la calefacción de viviendas que utilizan el energético Z: electricidad, gas natural, leña, carbón mineral, etc. Sirve de numerador para el indicador (H3c).

Figura 4.12 • Diagrama de flujo agregado de los datos de consumo energético necesarios para los indicadores residenciales de eficiencia energética



Nota: en esta figura, "fuente" significa "fuente de energía".

Datos de consumo para el enfriamiento

Consumo total del enfriamiento: Es el consumo energético total para el enfriamiento de toda vivienda, o al menos aquellas que cuentan con sistemas de aire acondicionado. Abarca todo tipo de sistema (central o focalizado) y sirve de numerador para los indicadores (C2a) y (C2b).

Consumo total de enfriamiento para viviendas de tipo A: Es el consumo energético general para el enfriamiento de viviendas de determinado tipo: casas autónomas de una sola unidad, viviendas semiautónomas, casas adosadas de múltiples unidades, casas móviles, etc. Sirve de numerador para el indicador (C3a).

Consumo total de enfriamiento para viviendas con sistemas de tipo α : Es el consumo energético general para el enfriamiento de viviendas con determinado tipo de sistema o equipo: central, focalizado (de ventana o dividido). Sirve de numerador para el indicador (C3b).

Consumo total de enfriamiento para viviendas con energético Z: Es el consumo energético general para el enfriamiento de viviendas donde el sistema de enfriamiento utiliza fuente de energía Z. Sirve de numerador para el indicador (C3c). El indicador (C3c) se menciona sólo para su uso futuro, porque en la actualidad la mayoría opera con electricidad; para el futuro se prevé la penetración de sistemas a gas, energía solar o redes urbanas, lo cual aplica también al sector de servicios.

Datos de consumo por calentamiento de agua

Consumo residencial total para calentamiento de agua: Es el consumo energético total para el calentamiento de agua en las viviendas. Incluye todo tipo de energía (electricidad, gas natural, biomasa, solar, etc.) utilizados en todo tipo de sistema (autónomo o central). Sirve de numerador para los indicadores (W2a) (W2b).

Consumo residencial total para calentamiento de agua para sistemas de tipo α : Es el consumo energético total para calentar el agua en las viviendas que utilizan determinado tipo de sistema: calderas directas o indirectas, sistemas eléctricos, conjuntos con calefacción, solares, etc. Sirve de numerador para el indicador (W3a).

Consumo residencial total para calentamiento de agua con energético Z: Es el consumo energético total para calentar el agua en las viviendas que utilizan determinado tipo de energético: electricidad, gas natural, GLP, solar, etc. Sirve de numerador para el indicador (W3b).

Datos de consumo para iluminación

Consumo total para iluminación: Es el consumo energético total para la iluminación de las viviendas. Incluye todo tipo de fuente (pero casi exclusivamente la energía eléctrica) utilizado por todo tipo de luminaria (bombillas incandescentes, tubos fluorescentes, dispositivos compactos, etc.). Sirve de numerador para los Indicadores (L2a) (L2b) y (L2c).

Consumo total para iluminación en viviendas de tipo A: Es el consumo energético en general para la iluminación de viviendas de determinado tipo: casas adosadas de una sola unidad, viviendas semiautónomas, casas adosadas de múltiples unidades, casas móviles, etc. Sirve de numerador para los indicadores (L3a) y (L3b).

Datos de consumo para la cocción

Consumo total para la cocción: Es el consumo energético total utilizada para la cocción en las viviendas. Incluye todo tipo de energía (electricidad, gas natural, GLP, biomasa, etc.). Sirve de numerador para los indicadores (K2a) y (K2b).

Consumo total para la cocción en hogares que utilizan energético Z como energía principal para la cocción: Es el consumo energético total utilizada para la cocción en las viviendas que utilizan determinado tipo de energético como el principal: electricidad, gas natural, GLP, queroseno, biomasa, etc. Sirve de numerador para el indicador (K3a).

Datos de consumo para electrodomésticos

Consumo energético total para electrodomésticos: Es el consumo energético total utilizado por todo electrodoméstico en las viviendas. Abarca todo tipo de aparato: grandes como neveras y lavarropas, y pequeñas como televisores, equipos de video, batidoras, aspiradoras, etc. Sirve de numerador para los indicadores (A2a) y (A2b).

Consumo energético total para electrodomésticos de tipo α : Es el consumo energético total utilizado por todo electrodoméstico de determinado tipo: neveras, congeladores, lavarropas, secadoras, televisores, computadoras, equipos de audio y video, microondas, batidoras, aspiradoras, etc. Sirve de numerador para el indicador (A3a).

Datos por actividad

Población

Población total: Es la población total del país. Sirve de denominador para los indicadores (H2a), (W2a), (L2a), (K2a) y (A2a).

Número de viviendas

Total de viviendas: Es el número total de viviendas ocupadas. Abarca todo tipo de vivienda: casas autónomas y unitarias, viviendas semiautónomas, casas adosadas de múltiples unidades, casas móviles, etc. Sirve de denominador para los indicadores (H2b), (W2b), (L2b), (K2b) y (A2b).

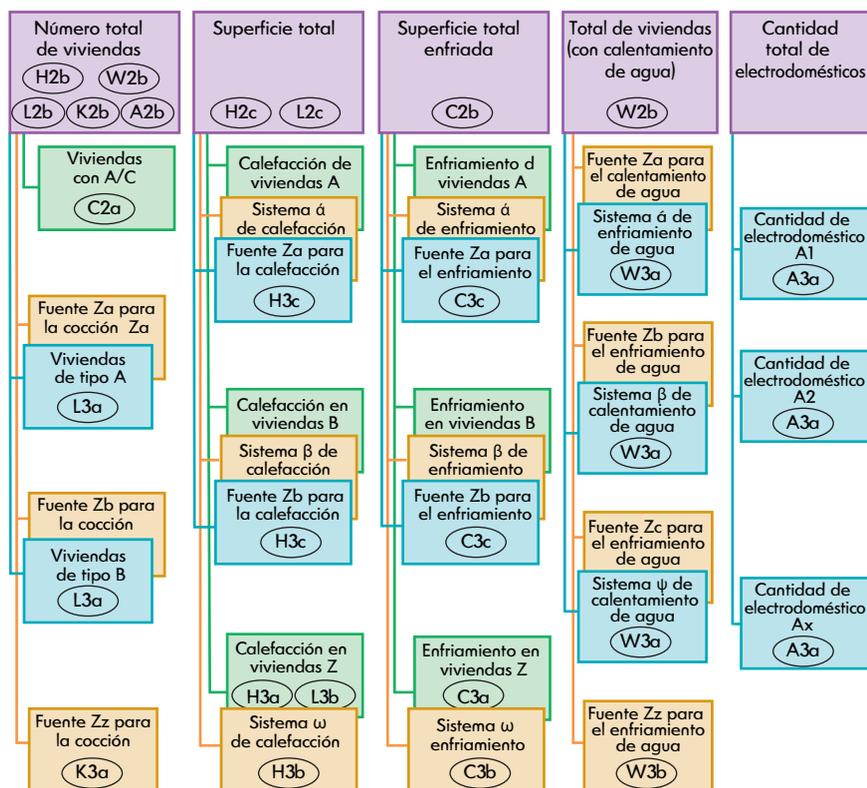
Total de viviendas de tipo A: Es el número total de viviendas ocupadas de determinado tipo: casas autónomas y unitarias, viviendas semiautónomas, casas adosadas de múltiples unidades, casas móviles, etc. Sirve de denominador para el indicador (L3a).

Total de viviendas con enfriamiento: Es el número total de viviendas ocupadas que cuentan con sistemas o equipos de enfriamiento: central, focalizado (ventana, sistema dividido). Sirve de denominador para el indicador (C2a).

Total de viviendas con calentamiento de agua: Es el número total de viviendas ocupadas que cuentan con sistemas de agua caliente sanitaria: calderos directos o indirectos, sistemas eléctricos, combinados con sistemas de calefacción, solares, etc. Sirve de denominador para el indicador (W2b).

Total de viviendas con calentamiento de agua sistema de tipo α : Es el número total de viviendas ocupadas que utilizan determinado sistema: calderos directos o indirectos, sistemas eléctricos, combinados con sistemas de calefacción, solares, etc. Sirve de denominador para el indicador (W3a).

Figura 4.13 • Diagrama de flujo agregado de los principales datos por actividad, necesarios para los indicadores residenciales de eficiencia energética



Nota: no consta en esta figura la población total de (H2a), (W2a), (L2a), (K2a) y (A2a).

Total de viviendas que utilizan el energético Z en su calentamiento de agua:

Es el número total de viviendas ocupadas que utilizan un tipo de energía para su producción de agua caliente: electricidad, gas natural, GLP, solar, etc. Sirve de denominador para el indicador (W3b).

Total de viviendas que utilizan el energético Z como el principal energético para la cocción:

Es el número total de viviendas ocupadas que utilizan determinado tipo de energético como principal fuente para la cocción: electricidad, gas natural, GLP, queroseno, biomasa, etc. Sirve de denominador para el indicador (K3a).

Superficie

Superficie total: Es la superficie total de las viviendas ocupadas. Abarca todo tipo de vivienda: casas autónomas y unitarias, viviendas semiautónomas, casas adosadas de múltiples unidades, casas móviles, etc. Sirve de denominador para los indicadores (H2c) y (L2c).

Superficie total de viviendas de tipo A: Es la superficie total de viviendas ocupadas de determinado tipo: casas autónomas y unitarias, viviendas semiautónomas, casas adosadas de múltiples unidades, casas móviles, etc. Sirve de denominador para los indicadores (H3a) y (L3b).

Cantidad total de viviendas con sistemas de calefacción de tipo α : Es el número total de viviendas ocupadas que emplean determinado tipo de sistema o equipo de calentamiento: central, red urbana, estufas autónomas, etc. Sirve de denominador para el indicador (H3b).

Cantidad total de viviendas que utilizan la fuente de energía Z para la calefacción: Es el número total de viviendas ocupadas que utilizan un tipo de energía (electricidad, gas natural, leña, carbón mineral, etc.) para su calefacción. Sirve de denominador para el indicador (H3c).

Superficie total enfriada de viviendas con aire acondicionado: Es la superficie total de viviendas ocupadas que cuentan con sistemas o equipos de enfriamiento: centrales, focalizados (ventana, sistema dividido). Sirve de denominador para el indicador (C2b).

Superficie total enfriada de viviendas de tipo A con aire acondicionado: Es la superficie total de viviendas ocupadas de determinado tipo: casas autónomas y unitarias, viviendas semiautónomas, casas adosadas de múltiples unidades, casas móviles, etc. Sirve de denominador para el indicador (C3a).

Superficie total enfriada de viviendas que utilizan sistemas de enfriamiento de tipo α : Es la superficie total de viviendas ocupadas que emplean determinado tipo de sistema o equipo de enfriamiento: central, focalizado (ventana, sistema dividido). Sirve de denominador para el indicador (C3b).

Superficie total enfriada de viviendas que utilizan la fuente de energía Z para su enfriamiento: Es la superficie total de viviendas ocupadas que emplean el energético α para su enfriamiento. Sirve de denominador para el indicador (C3c). El indicador C3c sólo se menciona para su uso futuro, ya que actualmente la mayoría de sistemas de enfriamiento son eléctricos. Se prevé la penetración de sistemas a gas o incluso de redes urbanas. Esto se aplicará además al sector de servicios.

Cantidad de electrodomésticos

Cantidad total de electrodomésticos: Es la cantidad total de electrodomésticos en las viviendas ocupadas. Abarca todo tipo de aparato: grandes como las neveras y lavarropas, y pequeños como televisores, equipos de video, batidoras, aspiradoras, etc. Sirve de denominador para el indicador (A2a).

Cantidad de electrodomésticos de tipo α : Es la cantidad total de electrodomésticos de determinado tipo: neveras, congeladores, lavarropas, secadoras, televisores, computadoras, equipos de audio y video, microondas, batidoras, aspiradoras, etc. Sirve de denominador para el indicador (A3a).

6 Cómo recopilar los datos

Algunos datos son de más fácil recopilación que otros, lo cual se aplica tanto el consumo energético como a los datos por actividad. Por ejemplo, es más fácil obtener con exactitud el consumo de combustóleo sólo para la calefacción, sin sistemas secundarios, que calcular el uso de la electricidad para la iluminación cuando también es utilizada para otros fines como calefacción, cocción, calentamiento de agua, electrodomésticos e iluminación. También es más fácil saber el número de hogares conectados a la red en la zona en general que la superficie calentada en el sector residencial.

Son cuatro los métodos principales para reunir datos sobre el consumo energético y por actividad en el sector residencial: fuentes administrativas, encuestas, medición y modelización. La selección de un método depende de los indicadores y los datos. Todos tienen sus pros y sus contras, fortalezas y debilidades, ventajas y desventajas. De hecho, parece que los países a menudo combinan varios métodos (fuentes administrativas y encuestas, por ejemplo) en la elaboración de indicadores adecuados para el sector. A continuación se describe cada uno de los cuatro métodos, utilizando en gran parte los aportes recibidos por la AIE al reunir información sobre las buenas prácticas para la recopilación de estadísticas para los indicadores de eficiencia energética. En el informe de Eurostat (2013) se encuentra información complementaria sobre las metodologías de recolección de datos para el sector residencial, basada en la experiencia de algunos países europeos.

Tabla 4.2 • Resumen de los principales datos necesarios para los indicadores residencial y ejemplos de posible fuentes y metodologías

Datos	Fuente	Metodología
Datos energéticos		
Consumo residencial total	Balance energético nacional	Fuentes administrativas Modelización
Consumo energético por fuente	Balance energético nacional Servicios públicos	Fuentes administrativas Modelización
Datos por actividad		
Superficie	Direcciones nacionales de estadísticas Bienes raíces Gobiernos seccionales Registros tributarios	Fuentes administrativas Encuestas
Número de viviendas	Registro predial Direcciones nacionales de estadísticas	Fuentes administrativas Encuestas
Equipos de calefacción	Registros de la construcción Fabricantes/Vendedores Registros de subsidios	Fuentes administrativas
Número de electrodomésticos	Fabricantes Direcciones nacionales de estadísticas	Fuentes administrativas Encuestas

En la Tabla 4.2 se presenta una visión general de las principales fuentes y metodologías de uso frecuente para reunir los datos necesarios para la elaboración de los indicadores presentados en la sección anterior. En el resto de esta sección se describen las metodologías individuales.

Fuentes administrativas

Los datos administrativos se pueden obtener de muchos sitios, no sólo de las administraciones sino también de diversas organizaciones, empresas y estructuras que reúnen datos para su propio uso. Conforme se desregulan cada vez más los mercados, una creciente proporción de los datos proviene de fuentes no gubernamentales: servicios públicos, asociaciones de fabricantes de electrodomésticos, juntas comerciales, etc.

Propósito de la recopilación de los datos administrativos: El objetivo principal de la recopilación de datos a partir de fuentes administrativas, es el de obtener datos fiables existentes para complementar el trabajo en los estudios análisis energéticos y en los indicadores de eficiencia energética. Por ejemplo, los estadísticos encargados de la elaboración de un balance energético de un país cuentan con enormes fuentes administrativas: ventas o entregas de electricidad y gas natural entre los servicios públicos, importaciones y exportaciones desde las oficinas de aduanas, etc.

Los analistas encargados de la elaboración de indicadores de eficiencia energética, también dependen en gran medida de las fuentes administrativas. Esta información suele ser gratuita o de mucho menor costo que las encuestas que habrían que aplicar para obtenerla. Es de fácil acceso y por lo general se dispone de datos administrativos periódicos.

Los datos administrativos pueden ser utilizados directamente, como numeradores o denominadores de algunos indicadores básicos, o indirectamente para alimentar un modelo, o como apoyo en el diseño de la muestra para una encuesta. También sirven para validar los resultados de las encuestas, la modelización o los programas de medición.

Fuentes: Existe gran variedad de posibles fuentes de datos administrativos en función de las necesidades. Incluyen censos, aduanas, ministerios, servicios públicos, empresas, asociaciones de fabricantes de electrodomésticos, minoristas, organizaciones meteorológicas, universidades y organizaciones regionales e internacionales.

Datos a recopilar: Se puede reunir dos categorías principales de información a partir de las fuentes administrativas: de actividad y de consumo. Los datos de actividad cubren un amplio abanico de datos: número de viviendas; características de las mismas; superficie; población; tipos de sistemas de calefacción, enfriamiento y calentamiento de agua; electrodomésticos, etc. Los de consumo energético cubren las ventas o entregas de electricidad, gas natural y otros combustibles para el sector residencial.

Para completar la recopilación de información, hay una tercera categoría posible, pero que no puede ser empleada directamente como numerador o denominador de ningún indicador. Incluye datos como los grados-día de calefacción y grados-día de enfriamiento, utilizados para apoyar o refinar el análisis de los indicadores,

como aporte a los modelos, o para validar los indicadores obtenidos por otros medios.

Costos asociados con los datos administrativos: En la mayoría de las prácticas recibidas por la AIE, la información fue reunida de fuentes administrativas, sin costos directos. Sin embargo, se incurrían costos indirectos en una serie de trámites necesarios: investigación de las fuentes administrativas existentes; análisis de la viabilidad de utilizar los datos con las organizaciones que los reunían; negociación de acuerdos para su transferencia y uso; y finalmente, transferencia a un formato adecuado para su uso, debido a que a menudo las fuentes administrativas venían en forma impresa o en otro formato de difícil aprovechamiento. Por otra parte, las fuentes administrativas no siempre son gratuitas y, en algunos casos, el costo de comprarlos puede ser muy alto.

Principales retos: El primer desafío es el tiempo necesario para pasar los datos administrativos a un formato adecuado (principalmente de papel a digital) antes de su uso. La fase de transferencia y procesamiento puede complicarse aún más en algunos casos, debido al problema de las definiciones (¿qué exactamente cubre determinado conjunto de datos?). La confidencialidad también puede representar un problema: las empresas, organizaciones y juntas suelen poseer gran cantidad de información, pero puede ser sensible o pueden no querer divulgarla para mantener sus ventajas competitivas. Además, las direcciones nacionales de estadísticas podrían ser obligadas por ley a mantener la reserva de algunos datos (por ejemplo, si permiten identificar fácilmente la información de una empresa específica).

Encuestas

Las encuestas parecen ser el método favorito de los países para reunir la información que apoye los indicadores de eficiencia energética en el sector residencial. Un tercio de las prácticas recibidas por la AIE en este estudio se basaban principalmente en las encuestas. Sin embargo, el número de respuestas recibidas puede no ser suficiente para formalizar esta conclusión general, por lo que debe verse con precaución.

Los siguientes párrafos aprovechan las respuestas recibidas por la AIE sobre las prácticas y resumen las principales características de las mismas. En el Anexo D hay un análisis detallado de cada práctica.

Propósito de la encuesta: El objetivo principal de las encuestas es obviamente el de reunir la información de consumo y actividades para los indicadores de eficiencia energética necesarios para la elaboración de estudios, evaluaciones o políticas. En cuanto de consumo energético, suelen estar orientadas tanto hacia el total (en unidades de energía) de una casa, como por equipo o uso final y por tipo de energía. Cuando no se dispone de estos datos o existe la necesidad de complementarlos, otro objetivo es recoger los gastos energéticos del hogar, a fin de calcular el consumo a partir de los mismos.

En cuanto a la información sobre las actividades, las encuestas apuntan a los rasgos físicos de las viviendas (como superficie, tipo y edad de la vivienda), la penetración de los electrodomésticos (por tipo) y las características de ocupación del hogar, como el número de personas que habitan la vivienda, sus edades, ingresos, etc. también se pueden añadir preguntas más detalladas (el material de

construcción, por ejemplo) a las principales, con el fin de obtener una mejor idea del comportamiento térmico del edificio.

Diseño de la muestra: De acuerdo con el estudio, el enfoque aleatorio estratificado (muestreo por determinadas características) es la metodología más utilizado en el diseño de muestras. Es el más costoso, pero resulta en la mejor representación de la población nacional. El uso de un panel de encuestados repetitivos es el segundo método más empleado.

Por lo general, las muestras son diseñadas a partir de varias fuentes, siendo las más comunes el censo nacional, las listas de las agencias tributarias u otras encuestas existentes (como las laborales) e incluso listas de números telefónicos.

Tamaño de la muestra: Se podría decir que cuanto mayor sea, mejor. Sin embargo, el costo de la encuesta a menudo conduce a una optimización del tamaño de las muestras. Aparte del costo, hay otros elementos a considerar al diseñar el tamaño de la muestra: variedad de tipos de vivienda, diversidad de zonas climáticas, nivel de detalle de la información a recopilar, etc. Basándose en los resultados del estudio de la AIE, las encuestas se categorizan en dos grupos principales por tamaño: grandes, de 20,000 a 70,000 viviendas; o pequeñas, con menos de 5,000 viviendas. El ratio de tamaño de la muestra a la población general, varía desde unos pocos puntos porcentuales al 30%. Sin embargo, la relación no siempre es significativa, ya que para un tamaño dado, la relación es obviamente menor en los países más grandes: por ejemplo, 20,000 viviendas encuestadas entre un total de 200,000 constituye el 10%. Esto no significa que una encuesta a 20,000 viviendas sobre un total de 2,000,000 (un ratio del 1%) sería diez veces menos significativa.

Frecuencia: No hay un número mágico para determinar la frecuencia ideal de las encuestas, sino que depende de varios elementos: cambios dramáticos de un año a otro, su costo, seguimiento cercano de los programas de eficiencia, etc. En el 50% de las prácticas reportadas a la AIE, las encuestas fueron realizadas casi por igual cada 1-3 años. La otra mitad aplicó encuestas de forma irregular y, en algunos casos, sólo una vez. Con el fin de monitorear las tendencias a largo plazo y llegar a estimaciones de mayor calidad, lo ideal sería llevarlas a cabo de manera cíclica. Otra buena opción es conducir encuestas simplificadas y "agregadas" cada año, en combinación con las más "detalladas" cada 2-5 años.

Incentivo para la encuesta: En casi todas las prácticas reportadas, las encuestas no son obligatorias sino voluntarias, y no hay multas para los entrevistados si se niegan a participar. En muchos casos, la participación se incentiva con mantenimiento gratuito para ciertos equipos, auditorías sin costo, cupones de regalo, folletos sobre la energía, imanes con el logotipo de la encuesta, e incluso estímulos monetarios en algunos casos.

Los encuestados: En casi todos los casos, los encuestados son las propias familias. También se puede obtener información adicional de otras fuentes como las empresas de servicios públicos.

Índice de respuestas: Como suele ser el caso para los índices de respuesta, hay una amplia variación. Sin embargo, la mayoría está por encima del 50% y en algunos casos alcanza un impresionante 100%. Parece que al atribuir gran importancia a la recopilación de datos directamente de los encuestados (mediante visitas domiciliarias en vez de usar el correo o teléfono), se aumenta la tasa de respuesta.

Métodos de recolección: El método más popular es las visitas domiciliarias. El segundo es la entrevista personal con la ayuda de la computadora o el Internet. Otros enfoques incluyen las entrevistas telefónicas y los formularios impresos enviados por correo.

Tiempo para completar una encuesta: Varía mucho el tiempo necesario para completar una encuesta, desde 5-10 minutos hasta 1.5 a 2 horas. Depende del número de preguntas y el nivel de información solicitada; y también aumenta si se realiza una pequeña auditoría y si se entrega a la familia recomendaciones sobre el ahorro energético. El tiempo promedio observado es de unos 40 minutos.

Elementos reunidos: La lista de elementos reunidos depende en gran parte del propósito de la encuesta, la información disponible de otras fuentes y el tiempo asignado para completar el formulario. Abarca las características de la vivienda (tipo, superficie, antigüedad, renovaciones a favor de la eficiencia energética, equipos renovables), el tamaño de la familia, sus ingresos, su consumo energético, y su gasto en la misma. También incluye un uso información más orientada a los usos finales de la energía: sistemas de calefacción, enfriamiento y calentamiento de agua, cocción, tipo y número de luminarias, e identificación de los principales electrodomésticos. También se pueden recoger otra información, como los proveedores de energía, las auditorías de construcción y la utilización de vehículos particulares.

Usos finales recogidos: En la mayoría de los casos, la encuesta cubre los principales usos finales: calefacción, enfriamiento, calentamiento de agua, iluminación, cocción y electrodomésticos. Difieren los detalles reunidos sobre éstos últimos: con frecuencia se pregunta sobre los grandes o de línea blanca (nevera, congelador, lavadora, lavavajillas, secadora); y a menudo se incluyen entre los usos finales los equipos de audio y vídeo, las computadoras personales y otros electrodomésticos pequeños.

Fuentes de energía: Por lo general, se consideran las fuentes tradicionales de energía (electricidad, gas natural, combustóleo, carbón mineral, leña). En algunos casos, también se reúne información sobre equipos solares (paneles para agua caliente sanitaria, paneles fotovoltaicos), equipos geotérmicos y bombas de calor.

Cuestionarios: Hay una amplia variedad de cuestionarios, desde los muy concisos hasta los más detallados, impresos o por Internet. La versión impresa de este manual no contiene muestras de buenas prácticas para los cuestionarios. Sin embargo, en el Internet hay algunos ejemplos de las prácticas descritas en el Anexo D.

Plazo para la preparación y aplicación de una encuesta: Es muy difícil dar cifras precisas sobre el tiempo total necesario para la preparación y realización de las encuestas y la elaboración y difusión de sus resultados, ya que pueden variar enormemente. Sin embargo, como estimativo basado en la información recibida, la fase de diseño toma unas 4 semanas (de 2 a 20), la ejecución requiere alrededor de 20 semanas (depende obviamente del tamaño de la muestra y del número de entrevistadores, pero oscila entre 2 y 56 semanas), el procesamiento de los datos tarda aproximadamente 10 semanas (de 2 a 32), y la fase de publicación tarda alrededor de 4 semanas (entre 2 y 10).

Costos asociados con la encuesta: Es aún más difícil especificar el precio de la encuesta, que depende no sólo del tamaño de la muestra, el nivel de las preguntas

y el modo de recopilar los datos, sino también del importe de la mano de obra en cada país. En términos muy generales, cuesta entre USD 100,000 y USD 1 millón, pero algunos de los estudios reportados en el Anexo D requirieron desde 10 veces menos hasta 10 veces más. Para tener una idea aproximada de los porcentajes que corresponden a cada fase, la del diseño representa un 15-20% del coste total, la de recopilación de los datos un 40-50%, la de procesamiento, análisis y redacción de informes un 20-30% y la gestión global del proyecto un 10-20%.

Principales desafíos de las encuestas: Se enfrenta dos tipos principales de desafíos al realizar una encuesta: dificultades con las respuestas y dificultades con los entrevistadores. En cuanto a las primeras, los desafíos más comunes tratan de la calidad y congruencia de las respuestas y la cabalidad de la encuesta. En cuanto a la dotación de personal, los desafíos tienen que ver con las habilidades generales de los responsables, el reclutamiento de personas experimentadas, la falta de formación, la retención de buenos colaboradores para el proyecto y, en algunos casos, el sesgo de los entrevistadores.

Posibles mejoras: Asimismo, las mejoras incluyen dos grandes áreas: la encuesta en sí y la dotación de personal. En cuanto a la primera, hay dos áreas de mejora: el cuestionario podría ser refinado mediante el uso de un formato simple, definiciones claras y opciones más limitadas para las preguntas con múltiples respuestas; y las muestras se podrían mejorar mediante la selección de mejores fuentes, los criterios de selección más rigurosos y, en algunos casos, un aumento de tamaño. Se podría organizar pruebas piloto para ensayar tanto las preguntas como las entrevistas.

En cuanto a la dotación de personal, parece que las claves del éxito de una encuesta son la contratación de entrevistadores experimentados y la formación adecuada de los mismos. La contratación de empresas experimentadas en los estudios de mercado se perfila como una posible solución.

Otras recomendaciones incluyen el establecer una línea directa entre el personal de campo y los supervisores, para la prestación de asistencia directa, y el uso de herramientas informáticas para las entrevistas personales.

Medición

Las metodologías de medición suponen la recopilación de datos específicos sobre el consumo energético dentro del perímetro de una vivienda, empleando los medidores y equipos adecuados. A menudo se establecen para complementar las encuestas residenciales nacionales o para alimentar los modelos de energía. Debido al alto costo de las mediciones de campo, éstas por lo general son aplicadas en una escala mucho menor que las encuestas. Sin embargo, constituyen el método más exacto para complementar las encuestas residenciales existentes y enriquecer a los modelos con datos sobre el comportamiento y consumo energético de los ocupantes.

La siguiente descripción tiene como propósito ilustrar las prácticas de medición reportadas a la AIE, en base a una muestra de prácticas más pequeña que para las encuestas. No obstante, se puede extraer algunos aspectos en común para futuras iniciativas de medición.

Propósito de medición: Las actividades de medición tienen dos objetivos principales. El primero y más común es que los resultados sean utilizados para complementar las encuestas residenciales existentes o calibrar mejor los modelos actuales. El otro

es que la medición sea una práctica independiente para fines específicos, como comprender mejor la causa de un aumento en la demanda residencial de energía eléctrica, o monitorear el consumo energético de los aparatos apagados, en apoyo al seguimiento o la formulación de las políticas.

Por tanto, los principales objetivos de las mediciones son: comprender mejor las pautas de consumo energético residencial; y monitorear el comportamiento de los ocupantes en forma horaria, diaria o mensual. Aunque la medición se aplica más a los equipos y aparatos eléctricos, también es utilizada en el caso de otras fuentes de energía como biomasa para la cocción.

Diseño de la muestra: La carga administrativa y de costo es la razón principal de reducir en lo posible el tamaño de la muestra. Por lo tanto, la escala de la medición es mucho menor que las encuestas. El diseño de la muestra es a menudo aleatorio. Si bien existe el intento de ajustar las muestras reducidas a la estratificación nacional (incluidas las zonas climáticas y los tipos de viviendas), con frecuencia es técnicamente difícil debido al pequeño tamaño de las mismas.

En cuanto a las encuestas, las muestras provienen de varias fuentes, tales como los entrevistados en las encuestas residenciales existentes, las listas de direcciones, la enumeración de residencias por los proveedores de energía, o los directorios telefónicos.

Tamaño de la muestra: En la elaboración de un proyecto de medición, se entrelazan las consideraciones de dimensionamiento y diseño. El tamaño de la muestra suele ser muy limitado debido a los costos asociados con la compra de los equipos de control, la contratación de los técnicos requeridos para instalar y calibrar los mismos, y la gestión para asegurar un seguimiento adecuado durante la fase de monitoreo. Por lo general el tamaño de la muestra es de 400 a 600 hogares; que normalmente representa menos del 1% del total de unidades familiares.

Frecuencia de las mediciones: En muchos casos, no se realizan campañas de medición regularmente, pero en otros se hacen a intervalos regulares de un año o más. Las mediciones deben ser distribuidas a lo largo del año para asegurarse de captar correctamente la variabilidad estacional del consumo correspondiente.

Período del monitoreo familiar: El tiempo de monitoreo de una unidad familiar depende de varios factores. Aparte de su costo, una de las principales consideraciones es cómo captar mejor no sólo las pautas de uso diario de la casa, sino además las variaciones de temporada como invierno y verano. Según el propósito de la medición, los períodos de seguimiento pueden variar ampliamente, desde un medio día hasta seis años de control continuo. En consecuencia, la duración de un proyecto también puede oscilar entre unos pocos meses hasta algunos años.

Quién toma las medidas y cómo: Las mediciones son tomadas por auditores energéticos o por las propias familias. De hecho, la evaluación inicial del hogar (tipo de vivienda, material de construcción, calidad del aislamiento, aparatos eléctricos) suele ser realizada por un auditor o técnico especializado. Una vez instalados los equipos para el monitoreo del consumo eléctrico, los ocupantes se hacen cargo de su control.

Los equipos de medición suelen ser medidores de electricidad, ya que en la mayoría de casos están orientados al consumo eléctrico. Sin embargo, este no es siempre el

caso. Un ejemplo son aquellos países que dependen principalmente de la biomasa para cocinar, donde se utilizan balanzas sencillas para medir el consumo de leña o carbón vegetal.

Usos finales de energía medidos: Los programas de medición en los hogares se centran principalmente en los electrodomésticos y facilitan un mejor entendimiento de las pautas de consumo energético: frecuencia, horas y duración de operación y cantidad de energía consumida. La lista puede incluir una gran diversidad de aparatos grandes y pequeños, equipos de audio y vídeo, y computadoras personales. También es posible monitorear y medir otros usos finales como calefacción, enfriamiento, calentamiento de agua, iluminación y cocción.

Fuentes de energía medidas: Se monitorea principalmente las pautas de consumo de los electrodomésticos, por lo que la forma de energía medida es generalmente la electricidad, pero también se pueden medir otros energéticos como el gas natural y la leña.

Costo de la medición: No es fácil dar cifras exactas del costo de las mediciones, que depende de varios factores como el nivel de detalle de la información a ser reunida, el costo de los equipos y de la mano de obra para su instalación, la duración de la campaña y el número de hogares a ser medidos. A modo de cálculo inicial, su costo puede oscilar entre USD 150 y USD 2 500 por unidad en la muestra. En consecuencia, también resulta difícil dar un estimativo significativo del costo total del programa, que puede variar por un factor de 10 y oscilar entre USD 100,000 y USD 1 millón.

Principales desafíos: En la medición se enfrenta una serie de problemas, que van desde el acceso a los hogares para la instalación de los medidores, hasta el reto de contar con equipos en buen estado de calibración y funcionamiento.

En cuanto al acceso a los hogares, a los auditores responsables de obtener las mediciones les puede dificultar el ingreso a las residencias. Una vez instalados los equipos, otra dificultad puede ser su calidad, así como la capacidad de los auditores para calibrarlos adecuadamente.

Otros desafíos incluyen el mantenimiento de los equipos, el gran volumen de datos a ser obtenidos y el mecanismo para transferirlos a un sistema centralizado para su procesamiento.

Recomendaciones: De las prácticas recibidas durante la preparación del presente manual, se puede extraer una gran variedad de recomendaciones, desde la preparación de la muestra hasta la transferencia de los datos.

En el diseño de la muestra, por pequeña que sea, una recomendación clave es la de basar las mediciones en un muestreo aleatorio estratificado que integre diversos aspectos como las regiones climáticas y los tipos de viviendas.

Antes de invertir en los equipos, es importante hablar con personas que han utilizado el equipo, o directamente con el fabricante, a fin de comparar varias opciones y así asegurar la calidad de las mediciones. Se debe establecer un control de calidad antes de iniciar las mediciones, con el propósito de garantizar que los datos sean tomados correctamente y sin errores. En cuando a la iluminación, una alternativa económica es la utilización de un equipo sencillo de detección del encendido y apagado.

Una vez instalado el equipo, se debe realizar controles periódicos para asegurar su funcionamiento correcto. En zonas donde la calefacción es eléctrica, cada día de medición se debe tomar la temperatura exterior para determinar su impacto en la demanda de calefacción en una vivienda determinada.

En cuanto a la transferencia de datos, es aconsejable pasarlos directamente de los medidores a hojas de cálculo, bases de datos o modelos, a fin de evitar su ingreso a mano y la posibilidad de introducir errores.

Principales buenas prácticas: Mediante el lanzamiento de una campaña informativa antes de las mediciones de campo, se facilita la participación de las familias en el proyecto. Puede ser administrada por entidades como la empresa eléctrica, el municipio o una universidad. Para facilitar aún más la participación, se puede ofrecer a las familias una auditoría gratuita para identificar las oportunidades de ahorro energético, además de los incentivos financieros.

Mediante la transferencia inalámbrica de los datos a intervalos regulares y cortos hacia un centro de datos centralizado, se regulariza el procesamiento de los mismos. Si falta alguna información, las interfaces sofisticadas también pueden realizar estimativos en base a los diversos elementos y pautas.

Modelización.....

La modelización puede ser vista como la pega que une a las encuestas, mediciones y fuentes administrativas. A menudo sirve de marco para la consolidación de fuentes administrativas y no administrativas como son las encuestas, la información fiscal, las ventas, la construcción y demolición de viviendas, los supuestos de eficiencia tecnológica y los grados-día de calefacción. Los modelos tienen varios propósitos: estimación de las pautas de consumo energético en base a diversos supuestos y datos; curvas de carga en la construcción; estimativos del consumo energético diario, semanal y anual; comparación de fuentes competitivas para determinados usos finales; o la prospectiva.

Método normal de cuatro pasos en la modelización: En primer lugar, se elabora el marco del modelo, seguido de su población con datos e hipótesis. Después se valida los resultados y, por último, se analiza los resultados. Una vez elaborado y ensayado el modelo durante varios ciclos, el primer paso suele ser muy breve en cada reiteración, salvo en casos de adiciones, modificaciones y nuevos módulos. En los siguientes párrafos se resume el por qué los países y las organizaciones emplean modelos, qué tipos de modelos utilizan, sus entradas y salidas, los desafíos y otra información útil en la modelización residencial, en base a las prácticas reportadas a la AIE.

Propósito del modelo: Los modelos son utilizados primordialmente para calcular el consumo energético residencial a nivel nacional. Pueden tener fines más específicos como la realización de los mismos cálculos para el ámbito regional, así como la estimación de la difusión de los electrodomésticos y la elaboración de perfiles residenciales de carga energética. Son esenciales para consolidar series históricas de usos finales y pueden ser utilizados en la preparación de proyecciones y escenarios energéticos.

Tipo de modelo: En la mayoría de los casos, los modelos aplican enfoques de tipo ascendente, bien sean estadísticos o de ingeniería. Ascendente (bottom-up)

significa simplemente que los datos de entrada al modelo son acumulados a nivel de uso final. Los modelos ascendentes de ingeniería suelen ser más técnicos e incluir información tecnológica como el ciclo de vida y costo, e incluso pueden suponer el avance de la tecnología.

Cuando falta suficiente información de uso final, los modeladores dependen más de un enfoque descendente, basado en elementos macro y microeconómicos, así como estudios e investigaciones que vinculan diversas variables, tales como los ingresos disponibles, el gasto y el consumo energético en los hogares. Estos métodos suelen partir de modelos y análisis de regresión econométrica.

Fuente del modelo: En su mayoría, los modelos ascendentes son preparados a la medida y adaptados al uso deseado. Pueden basarse o no en paquetes de software de fácil uso. En el caso de los modelos descendentes, se suele aprovechar el software econométrico existente. Sin embargo, a menudo se requiere de elementos adicionales para la ejecución del modelo y su posterior análisis.

Validación de los resultados: Los productos de la modelización suelen ser cotejados con un conjunto de datos referenciales. A nivel de país, las tendencias de consumo energético se validan con las estadísticas nacionales de energía existentes, tales como los balances energéticos, las ventas de energía, y las encuestas o estudios regionales o nacionales. Es vital el proceso de validación con la serie histórica nacional, ya que a menudo resulta en una mejor calibración del modelo.

Costo y tiempo: Mientras más sofisticado sea el modelo, más tiempo requiere su elaboración, y mientras más datos se necesiten, más tiempo se tarda en recopilar e ingresar la información. Por tanto, es sumamente difícil predecir el plazo para la preparación y ejecución de un proyecto de modelización. Sin embargo, según las respuestas a la encuesta de la AIE, el desarrollo de un modelo toma entre 2 y 50 semanas, y la actualización de datos y adición de nuevos supuestos tarda entre 2 y 45 semanas. También varía drásticamente la duración del proceso de verificación y análisis, que depende del nivel de sofisticación y las entradas necesarias. Un modelo básico podría requerir de sólo 1 o 2 semanas, mientras que los grandes pueden demorar mucho más, hasta 40 semanas. Como consecuencia, el tiempo total de la modelización puede variar ampliamente, de un mes a dos años. Como nota general, parece que el ajuste, ejecución y procesamiento de los modelos descendentes y macroeconómicos basados en software existente, toma mucho menos tiempo (alrededor de cuatro semanas).

Es igualmente difícil dar una idea del costo de preparar y operar un programa de modelización, ya que depende en gran parte del nivel de sofisticación y detalle del modelo en sí, así como el precio de la mano de obra en un país. Por otra parte, varias de las prácticas reportadas no mencionan los costos, pero en base a la información recibida, el costo puede oscilar entre los USD 800 y USD 6,000 por semana.

Frecuencia: Hay dos tipos de programas de modelización en términos de frecuencia. El primer grupo incluye las realizadas o actualizadas de forma regular cada 1 a 3 años. En caso de intervalos mayores a un año, la frecuencia puede estar vinculada con las encuestas residenciales nacionales, y la modelización es utilizada para calcular los años intermedios. El segundo grupo incluye los proyectos

de modelización que se realizan una sola vez para un fin específico o sin ciclos regulares.

Insumos importantes: Los insumos clave varían según si el modelo es sólo descendente, sólo ascendente o una combinación de los dos. Los insumos también pueden depender de la disponibilidad de datos existentes de las encuestas y fuentes administrativas.

Cuando los datos no son de fácil obtención de fuentes nacionales existentes, pueden ser calculados a partir de tales publicaciones como revistas o informes técnicos.

Para los modelos puramente descendentes, los insumos clave pueden incluir variables como la ocupación de los hogares, el suministro energético y los precios de la energía. También se puede integrar variables macroeconómicas como ingresos familiares, ingresos disponibles, demografía y grados-día de enfriamiento y calefacción.

Por otra parte, un modelo ascendente podría contener información más detallada como el sistema de calentamiento utilizado en un hogar, incluida la eficiencia media, el sistema de distribución, la tecnología de enfriamiento, el sistema de calentamiento de agua, la difusión de electrodomésticos por tipo de aparato, el tipo de iluminación, los tipos de construcción como la distribución por región y edad, las tasas de demolición y construcción por región, la ocupación de las residencias, y las variables macroeconómicas.

Resultados clave: Los resultados de la modelización dependen mucho de su objetivo principal, que por lo general es el de calcular el consumo energético residencial a nivel nacional junto con su desglose por uso final. Por tanto, los resultados incluyen: calefacción y enfriamiento, calentamiento de agua, consumo de los electrodomésticos grandes, aparatos electrónicos e iluminación. Algunos modelos van un paso más allá y calculan las necesidades energéticas por temporada y la demanda de energía en base a los requerimientos regionales.

Principales retos: El mayor obstáculo ante el desarrollo de un modelo es, sin duda, la falta de datos de entrada para el mismo. Estrechamente vinculada a la misma, el segundo obstáculo más relevante es el de extraer supuestos significativos en ausencia de datos. Otros retos obedecen a una amplia gama de cuestiones como la calidad de los datos disponibles, la falta de buena documentación para el modelo, la simplificación excesiva y la multicolinealidad (es decir, cuando dos o más variables están altamente correlacionadas).

Mejores prácticas: La modelización es una experiencia de continuo aprendizaje, por lo que se recomienda utilizar el mismo modelo durante un largo período. Puede ser muy costosa la inversión en la elaboración inicial de un modelo, por lo que aumenta su rendimiento con cada ciclo y año de ejecución del mismo. Esto no significa que no se puede introducir mejoras; al contrario, es un elemento vivo, por lo que sin duda son necesarias las modificaciones, adiciones, nuevos módulos (un sistema de información geográfica, por ejemplo), a fin de mantenerlo al día con los cambios, adelantos y nuevas necesidades, como por ejemplo posibles recursos energéticos renovables.

Qué datos recopilar en el sector de servicios y cómo hacerlo

1

¿Qué significa y qué abarca el sector de servicios?

El sector de servicios se refiere a “Comercio y Servicios Públicos” en las Recomendaciones Internacionales sobre Estadísticas Energéticas de la ONU, conocido también como el sector terciario. Abarca gran número de actividades económicas –privadas, públicas y mixtas – que se agrupan en las siguientes categorías principales: oficinas, locales comerciales, administración pública, salud, educación, acopio, alimentación y alojamiento, arte, entretenimiento y recreación; cada una de las cuales puede contener varias subcategorías con distintas características energéticas. Por ejemplo, en alimentación y alojamiento, los restaurantes y los hoteles deben ser tratados por separado, ya que tienen diferentes pautas de consumo energético para los distintos usos finales. En el Anexo B se describe los límites del sector de servicios, según son tratados en el presente manual, en relación con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de las actividades económicas.

Los principales usos finales en el sector de servicios son: calefacción, enfriamiento, calentamiento de agua, iluminación y otros equipos. Siguen el mismo desglose como en el sector residencial, a excepción de la cocción. Entre categorías, varía en mucho la relevancia relativa de los diversos usos finales. Por ejemplo, los hoteles tienden a ocupar mucha más energía para el calentamiento de agua que las oficinas, los hospitales tienden a emplear mucha más energía en la calefacción que los almacenes, etc.

La heterogeneidad del sector también responde a la gran variedad de construcciones, desde las pequeñas tiendas de abarrotes hasta los rascacielos donde mantienen sus oficinas principales las empresas multinacionales. Cada edificio tiene un diseño único, y los usos finales del sector, tales como la calefacción, enfriamiento o iluminación, suelen ser adaptados a las exigencias del código local de construcción. Para los fines de la eficiencia energética, a veces los sectores – residencial y de servicios – son considerados en conjunto para formar el sector más amplio de inmuebles.

Así como en el sector residencial, el consumo del transporte vinculado con los servicios, tales como los autobuses municipales, los trenes interurbanos, u otros medios para el traslado de personas y mercancías, debe ser excluido y reportado más bien bajo el sector transporte. Además, el consumo energético de los establecimientos militares no se incluye entre los indicadores del sector de servicios.

Preguntas y respuestas:

P1. ¿Hay alguna diferencia entre el sector de servicios y el de inmuebles?

Sí, la hay. Para los propósitos de la eficiencia energética, es común unir el consumo en los edificios de los sectores residencial y de servicios, en lo que se llama el sector de inmuebles. Otros consumos, como el alumbrado público, que forman parte de los servicios, no se incluyen en el sector inmuebles, sino en el sector de servicios bajo “otros usos de energía”, como se muestra en la Figura 3.4.

P2. ¿Cómo se registran las oficinas vacantes?

Cuando se utiliza la superficie como dato de actividad, se deben calcular los indicadores de eficiencia en base al espacio efectivamente ocupado. Debido a las fluctuaciones de las actividades económicas, es posible que algunos espacios de oficina queden vacantes en un momento determinado.

Algunas encuestas del sector inmobiliario pueden proporcionar esta información, aunque probablemente no sean anuales. Otro método sería el de acudir a las agencias nacionales de bienes raíces que hacen el seguimiento de las vacantes en los edificios.

P3. ¿En dónde incluir las oficinas en los edificios particulares?

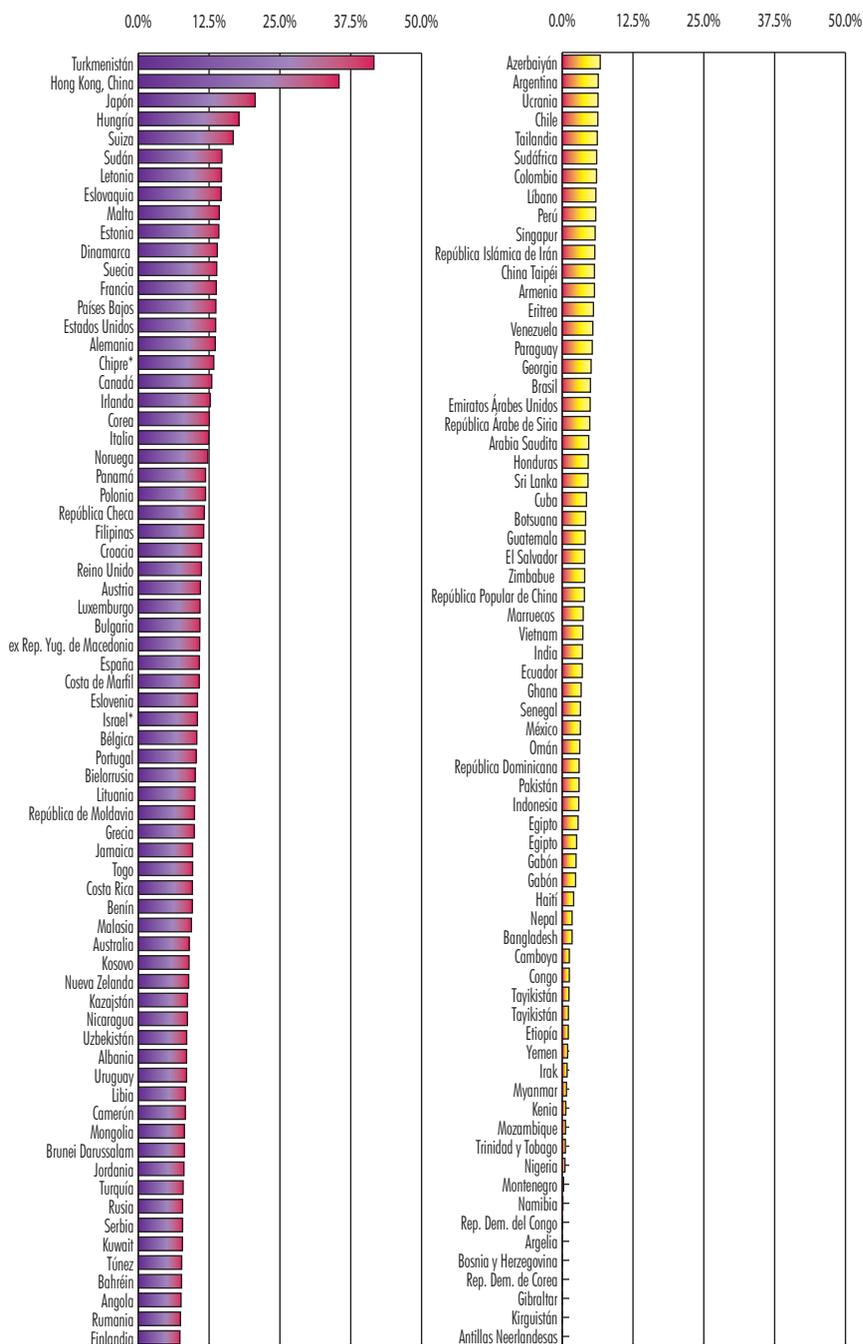
Algunas personas ocupan una parte de la vivienda para sus actividades profesionales, como el médico que recibe a pacientes en un consultorio dentro de su casa, o el comerciante que tiene una tienda en su domicilio. Técnicamente hablando, todo consumo energético con fines profesionales debe ser excluido del uso residencial y asignado al sector de servicios, bajo la categoría correspondiente. En la mayoría de los casos, esto no resulta fácil, ya que a menudo hay un sólo medidor eléctrico, o el sistema de calefacción es compartido entre ambas actividades. Por tanto, el consumo de servicios debe ser calculado en función de la ponderación relativa del uso para la actividad profesional, prorrateado en base a la superficie o en el índice de ocupación.

2

¿Por qué es importante el sector de servicios?

Aunque en el año 2011 el sector de servicios representó tan sólo el 8% del consumo final total (CFT) mundial, en los últimos veinte años su consumo energético creció en un 40% en los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y en más del 100% en los países no miembros de la OCDE.

Figura 5.1 • Proporción del sector de servicios en el CFT de países seleccionados (2011)



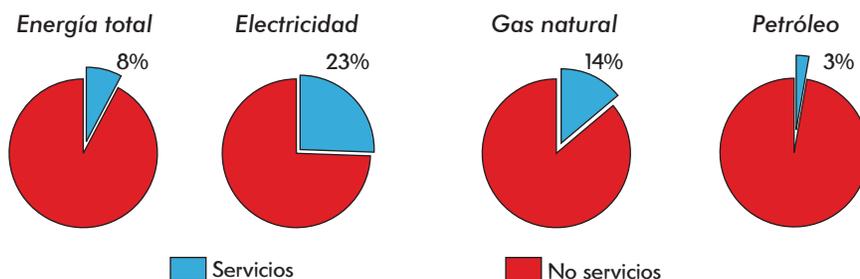
Nota: Salvo otra indicación, todas las tablas y cifras en este capítulo provienen de los datos y análisis de la AIE.

* Véase el Anexo F.

Como se puede apreciar en la Figura 5.1, la relevancia del sector de servicios varía mucho entre países, desde un pequeño porcentaje de hasta el 20% en la mayoría de los casos. Al igual que en el sector residencial, varía la calidad de los datos de un país a otro, por lo que estos datos deben ser utilizados con precaución, como indicación preliminar del peso relativo de los servicios en el CFT. Dada su baja calidad en general, el mejoramiento de esta información, incluso a nivel de consumo total en el balance energético, sería de gran beneficio. A menudo no se dispone del consumo del sector de servicios, o es agregado al residencial, como se aprecia entre los países con el 0%. Donde se dispone de datos más fiables, la relevancia del sector de servicios varía desde los países donde es muy estructurado, como en Hong Kong, China (36%), hasta aquellos donde representa sólo un pequeño porcentaje del consumo final, por ser mucho menos desarrollado (o más informal) y/o por tener un sector industrial bien desarrollado.

Así como varía ampliamente de un país a otro la participación del sector de servicios en el CFT, igual cosa se aplica a las fuentes de energía. A nivel mundial, este sector representa un 8% del consumo energético total final, pero casi la cuarta parte del CFT eléctrico, el 14% del gas natural y el 3% del petróleo. Estos porcentajes no son característicos de todos los países. Por ejemplo, en Hong Kong, China, donde el sector se encuentra bien desarrollado, tiene unos dos tercios del CFT eléctrico, mientras que en la República Popular de China, donde su consumo es mucho mayor en el sector industrial, sólo el 7% de la electricidad va para el sector de servicios. En muchos países éste no utiliza el gas natural, pero ocupa aproximadamente la mitad del CFT de gas en Japón, una cuarta parte en Estados Unidos y el 17% en la Unión Europea.

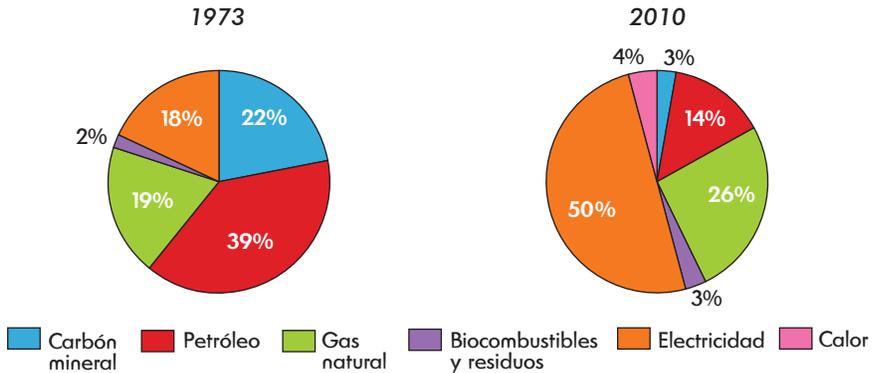
Figura 5.2 • Participación del sector de servicios en el consumo final total mundial de fuentes de energía seleccionadas (2011)



Como consta en la Figura 5.3, la electricidad se ha convertido en el energético más importante del sector de servicios, que consumió el 50% en el año 2011, comparado con menos del 20% en 1973. Esto refleja principalmente el impacto de la penetración en los edificios de servicios del aire acondicionado y de tales aparatos eléctricos como las luminarias y los equipos de oficina. Durante el mismo período, ha ido disminuyendo significativamente la dependencia de los derivados del petróleo y del carbón mineral, desde casi dos tercios hasta aproximadamente la sexta parte. Se espera un aumento sustancial en la participación de las fuentes renovables en el futuro.

El uso de la energía en los servicios está vinculado con varios aspectos como el nivel de actividad económica, las condiciones geográficas y climáticas, los precios y los factores culturales. La comprensión del sector de servicios plantea grandes desafíos debido a la limitada cobertura de los datos y la heterogeneidad de sus construcciones y servicios. Por tanto, la importancia relativa de sus diversas actividades y tipos de edificios tendrá un impacto directo en el consumo global del sector.

Figura 5.3 • Participación de varios energéticos en el consumo mundial del sector de servicios



Debido a las brechas en los datos, el consumo energético del sector de servicios suele ser calculado como residual, es decir, como la diferencia entre el total y el combinado de otros sectores, a saber, residencial, industrial y transporte, para los cuales normalmente existen mejores datos. El fortalecimiento de los datos en este sector, hará posible identificar posibles áreas para la aplicación de políticas de eficiencia energética y a la larga redundará en una reducción de la demanda de energía, especialmente la eléctrica.

Sin embargo, no son sólo los formuladores de políticas quienes deben interesarse en los indicadores de eficiencia del sector de servicios. Al igual que en el sector residencial, varios actores pueden influir en el consumo energético del sector: los propietarios e inquilinos de los edificios que buscan minimizar sus gastos; los arquitectos que diseñan construcciones más eficientes (o reacondicionan las existentes); las empresas energéticas que maximizan sus beneficios al disminuir el consumo; y los servicios públicos que reducen el impacto del uso en las curvas de pico y de carga.

3 ¿Cuáles son los principales usos finales que impulsan el consumo en el sector?

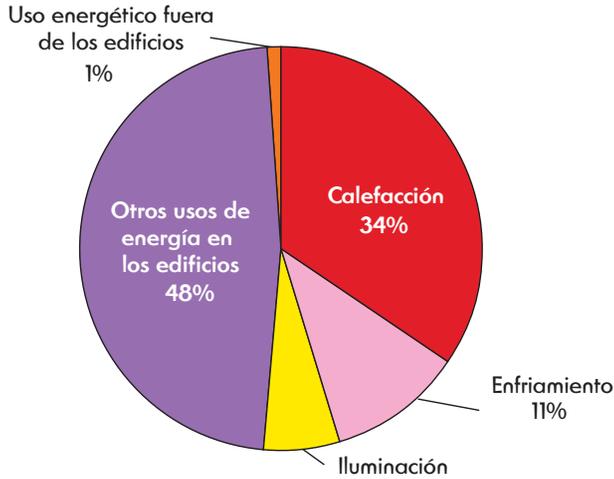
Como se mencionó en la primera sección, los usos finales de la energía en el sector de servicios pueden agruparse en cinco categorías principales: calefacción, enfriamiento, calentamiento de agua, iluminación y otros equipos. Cada uno se describe brevemente a continuación, aunque la lista y sus descripciones no son de ninguna manera exhaustivas.

- **Calefacción:** Los sistemas de calefacción pueden ser centrales o distribuidos. Los edificios del sector de servicios suelen contar con sistemas centralizados de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) que calientan las habitaciones con aire forzada, calefacción por suelo radiante o agua caliente. Entre las tecnologías de calefacción se incluyen los hornos, las calderas, las redes urbanas de vapor o agua caliente, los dispositivos geotérmicos, la cogeneración¹, las bombas de calor, los paneles solares o invernaderos, etc. Los sistemas de calefacción pueden emplear diversas fuentes de energía, tales como electricidad, gas natural, carbón mineral, combustóleo, gas licuado de petróleo (GLP), queroseno, biomasa y energía solar activa o pasiva.
- **Enfriamiento:** Los sistemas de enfriamiento, ya sean centrales o distribuidos, son utilizados para regular la temperatura interior durante los meses más cálidos, e incluyen: los sistemas integrales (que también sirven para la calefacción); las unidades de aire acondicionado autónomas; las bombas de calor que enfrían el área expulsando el calor (o al revés durante la temporada de calefacción); las redes urbanas de agua fría, por ejemplo, de un cuerpo de agua cercano; y los enfriadores centrales que producen agua fría para refrescar el aire. La mayoría de los sistemas de enfriamiento en el sector de servicios operan exclusivamente a base de energía eléctrica.
- **Calentamiento de agua:** Hot water can be used for personal needs of building occupants, as well as for activity needs (e.g. in restaurants). Water is generally heated by boilers in a system that sometimes could also deliver space heating at the same time. The main energy sources used for water heating include natural gas, gas oil, LPG, biomass, electricity and increasingly, solar thermal energy.
- **Iluminación:** La iluminación es uno de los principales usos finales del sector de servicios, alimentado en su mayor parte por la electricidad. Las luminarias interiores y exteriores incluyen las lámparas incandescentes, fluorescentes, de descarga de alta intensidad, fluorescentes compactas y de estado sólido, que utilizando semiconductores como diodos emisores de luz y LED orgánicos. Donde el acceso a la electricidad es limitado, continúan en uso otras fuentes como el queroseno, pero se espera que disminuya con el tiempo su participación. Han comenzado a penetrar en el mercado nuevas fuentes como los paneles solares fotovoltaicos y se anticipa que crezca su porcentaje a futuro.
- **Otros equipos:** Abarcan una gran diversidad de usos finales y varían en función del tipo de actividad empresarial o categoría de servicio. Pueden incluir equipos de oficina (servidores, impresoras, fotocopiadoras, máquinas de fax, ascensores y otros), refrigeradores comerciales, equipos para la preparación de alimentos, equipos de lavandería comerciales, cajeros automáticos, etc.

Debido a la falta de datos sobre los usos finales en muchos países, no es posible al momento emitir un porcentaje promedio del consumo para cada uso final que sea representativo del mundo entero. Y aunque dista mucho de ser representativo del planeta, en la Figura 5.4 consta un desglose del consumo en el sector de servicios por categoría principal de uso final en cinco países de la OCDE para los cuales se dispone de datos. El calentamiento de agua se incluye entre los otros usos finales.

1. La cogeneración se refiere a la producción combinada de calor y electricidad

Figura 5.4 • Desglose del consumo en el sector de servicios por uso final en cinco países selectos de la OCDE*



* Los países seleccionados en base a la disponibilidad de datos son: Francia, Italia, Japón, Corea y Nueva Zelanda. El peso de Japón en el consumo total de los cinco países, podría tener un impacto en los porcentajes promedio de uso final.

4

¿Qué indicadores son los más utilizados?

Dependiendo de la disponibilidad de datos, se puede elaborar indicadores muy desagregados, o permanecer en un nivel tan general que no tenga sentido para el análisis de la eficiencia energética. Entre los indicadores más agregados se incluyen, por ejemplo, la participación del sector de servicios en el CFT o el consumo de servicios generales por valor agregado o por superficie. Aunque posibilitan comparaciones muy generales (pero a menudo engañosas) entre países y años, no pueden en sí considerarse indicadores de eficiencia energética. Para que éstos sean significativos, se requiere de datos de energía y de actividad más desglosados, como se describe en el apartado siguiente para cada uno de los cinco principales usos finales identificados en lo anterior.

Al igual que en el sector residencial, en el de servicios y en cada uno de sus usos finales, se puede definir indicadores mediante un enfoque piramidal desde el nivel más agregado (por ejemplo, la proporción de la calefacción en el consumo total del sector) hasta el más detallado (por ejemplo, para cada tipo de calefacción, su consumo por superficie). Cuanto más amplia sea la pirámide, mayor el detalle que requiere. En este enfoque piramidal se ha utilizado tres niveles, siendo el nivel 1 el más general y el nivel 3 el más detallado. Además, por razones de simplificación, se ha asignado a cada indicador un breve código de tres caracteres para identificar el uso final y el nivel del indicador.

Los indicadores que comienzan con una “S” son del sector de servicios, con una “H” la calefacción, con una “C” el enfriamiento, con una “L” la iluminación, con una “W” el calentamiento de agua, y con una “E” los demás equipos. El número que sigue es el nivel de desagregación, siendo “1” el más general y “3” el más detallado. La función principal del tercer carácter, una letra, es la de diferenciar entre indicadores del mismo uso final y nivel. Como ilustración, el indicador (L2b) es del segundo nivel (2) de desagregación para la iluminación (L) (en este caso particular, el consumo de iluminación por superficie). **En las pirámides de cada uso final, el indicador recomendado para uso final que se muestra con una carita feliz (☺).**

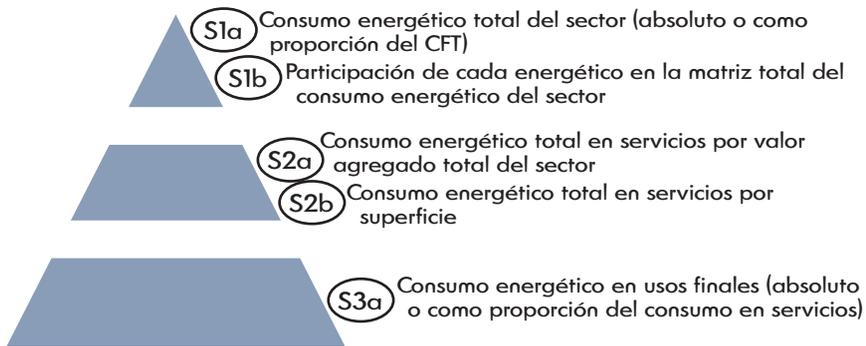
Total del sector de servicios

Al igual que en el caso del sector residencial, la pirámide para el sector de servicios se basa en datos agregados por energético y por actividad.

El nivel más agregado es el consumo energético total en el sector de servicios, en términos absolutos o como porcentaje del CFT (S1a), así como la participación de cada energético en la matriz de dicho consumo (S1b). Aunque no expresan intensidades, estos dos indicadores presentan una imagen de alto nivel del consumo sectorial y posibilitan una comparación inicial entre países.

En el nivel medio de la pirámide, el nivel 2 muestra dos indicadores del sector, calculados mediante la división de su consumo energético, normalmente obtenido del balance energético nacional, para el valor agregado (S2a) y superficie (S2b), respectivamente. Por supuesto, estos dos indicadores son influenciados en gran parte por el peso relativo de las distintas categorías del sector. Por ejemplo, los edificios mayoristas suelen tener un consumo por superficie menor al de los hoteles; y los hospitales tienden consumir más por valor agregado que las oficinas financieras. Debido al peso de la calefacción y enfriamiento, el consumo por superficie también es impactado en gran parte por las condiciones meteorológicas y climáticas.

Figura 5.5 • Pirámide de indicadores del sector de servicios



* Nótese que esta desagregación se aplica a todo el sector, así como a cada una de las categorías de servicio (hoteles, restaurantes, hospitales, etc.).

El tercer nivel de la pirámide hace referencia al consumo energético de cada uso final, bien sea en total o como porcentaje del consumo del sector (S3a). Este tercer

nivel corresponde al nivel superior de cada uno de las diferentes pirámides de uso final descritas en las siguientes secciones.

Esta pirámide, presentada para el sector de servicios en su conjunto, también se podría aplicar individualmente a cada categoría del sector, como hoteles, restaurantes, etc., en forma independiente. En este caso, se puede agregar un tercer indicador al segundo nivel de la pirámide: el consumo energético por unidad de actividad en cada categoría. Como consta en la Tabla 1, las unidades de actividad varían según la categoría de servicio. Por ejemplo, para los hoteles podría ser el número de noches, en cual caso los tres indicadores del segundo nivel serían el consumo total de los hoteles por superficie, por valor agregado, y por el número de noches.

En vista de la naturaleza muy distinta de las diferentes categorías, un análisis por categoría arrojaría información más completa y precisa para evaluar la eficiencia global del sector y para identificar oportunidades de mejorar la eficiencia. Sin embargo, el potencial de tales análisis es limitado, sobre todo por la falta general de los datos desglosados que se requerirían.

Tabla 5.1 • Ejemplos de categorías en el sector de servicios y sus respectivas unidades de actividad

Categoría de servicio	Unidad de actividad
Planteles educativos	Número de estudiantes, número de ocupantes
Hospitales	Plazas, número de camas ocupadas
Hoteles	Número de habitaciones, número de noches, número de empleados, superficie
Restaurantes	Número de comidas
Oficinas	Número de empleados, superficie
Locales minoristas	Número de empleados, superficie

Calefacción

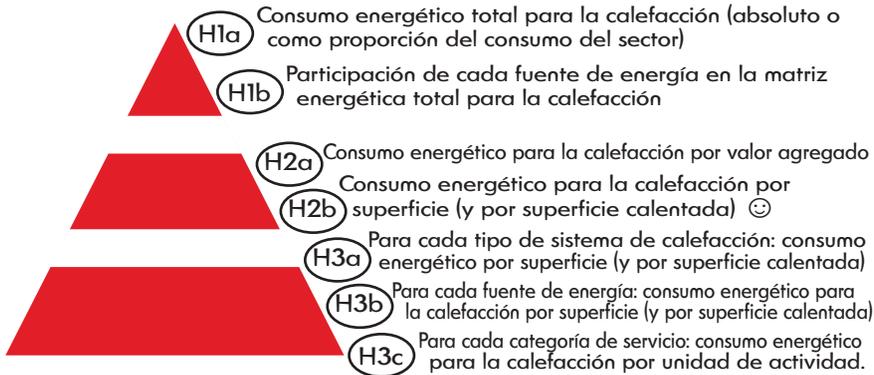
Al igual que en el sector residencial, la calefacción puede ser descrita por diversos indicadores, dependiendo del acceso a los datos y el propósito del análisis.

En el primer nivel, el indicador de nivel superior (H1a) es el consumo total del sector para la calefacción, expresada en términos absolutos o como porcentaje. Aunque no es un indicador de la eficiencia, arroja un primer indicio de la ponderación absoluta y relativa de la calefacción en el consumo total. Puede servir para determinar la relevancia de la calefacción en términos del posible ahorro de energía.

El segundo indicador de nivel 1 (H1b) es la participación de cada fuente de energía en la matriz total de consumo para la calefacción. Una vez más, aunque no es una verdadera indicación de eficiencia, describe la dependencia relativa de la calefacción de los diversos combustibles.

El segundo nivel incluye dos indicadores de eficiencia energética: el consumo de la calefacción por valor agregado (H2a) y por superficie (H2b). Si un número significativo de edificios no la tiene, se recomienda desarrollar el segundo indicador en base a la superficie calentada. **Al igual que en el sector residencial, el indicador recomendado es el consumo en la calefacción por superficie.**

Figura 5.6 • Pirámide de indicadores para la calefacción en el sector de servicios



El tercer nivel es el consumo en la calefacción por superficie para cada tipo de sistema (H3a) y para cada fuente de energía (H3b), así como el consumo en la calefacción por unidad de actividad para cada categoría del sector (H3c).

Podría haber otros niveles de indicadores que superan el alcance del presente manual, debido a su demanda de datos más detallados y su falta de viabilidad en el corto plazo. Incluirían, por ejemplo, la edad media de las construcciones, que refleja el grado de penetración de las nuevas estructuras más eficientes entre los edificios existentes.

Nota: Sin importar el nivel de los indicadores considerados, se recomienda ajustar el consumo de la calefacción según las variaciones anuales de temperatura, a fin de comparar la situación en distintos años. La mejor manera de realizar este ajuste es el uso de grados-día de calefacción, tal como se explica en el Anexo C.

Enfriamiento

Con el avance del enfriamiento en los edificios, se vuelve cada vez más importante contar con indicadores de eficiencia energética para ella. Sin embargo, plantea más desafíos que la calefacción, ante todo debido a: a) la dificultad de aislar su consumo de electricidad del total; b) su uso intermitente de día y de noche; y c) la menor proporción de edificios que cuentan con enfriamiento.

La pirámide de enfriamiento se asemeja a la de calefacción, salvo que la primera es principalmente eléctrica. Sin embargo, es posible que avancen de manera significativa a futuro las redes urbanas de enfriamiento.

El indicador superior del primer nivel (C1a) es el consumo total del enfriamiento en el sector de servicios, expresado en términos absolutos o como porcentaje del consumo total del sector. Aunque no es indicador de eficiencia o intensidad, da un

primer indicio su ponderación absoluta y relativa en el consumo total del sector, que sirve para evaluar su relevancia como posible objeto de ahorro energético.

El segundo indicador de nivel 1 (C1b) es el consumo eléctrico total del enfriamiento (expresada en valores absolutos o como porcentaje del consumo eléctrico total del sector de servicios). Ha de considerarse un indicador significativo, ya que la electricidad es con mucho la principal fuente de energía para el enfriamiento.

Figura 5.7 • Pirámide de indicadores de enfriamiento en el sector de servicios



El segundo nivel incluye dos indicadores de intensidad basados en el consumo del enfriamiento por valor agregado (C2a) y por superficie enfriada (C2b). **Al igual que en el sector residencial, el indicador preferido es el consumo del enfriamiento por superficie enfriada (C2b).**

Dada la gran pertinencia de la información respecto al enfriamiento por superficie enfriada, el tercer nivel constituye este mismo indicador, pero estratificado en dos métodos: por tipo de sistema (C3a) y por categoría de servicio (C3b). Un tercer indicador (C3c) se refiere al consumo por unidad de actividad en cada categoría del sector. Con el tiempo, se podría establecer un cuarto indicador por fuente de energía, si se torna significativa en el sector de servicios la penetración de los sistemas a gas, energía solar o de redes urbanas.

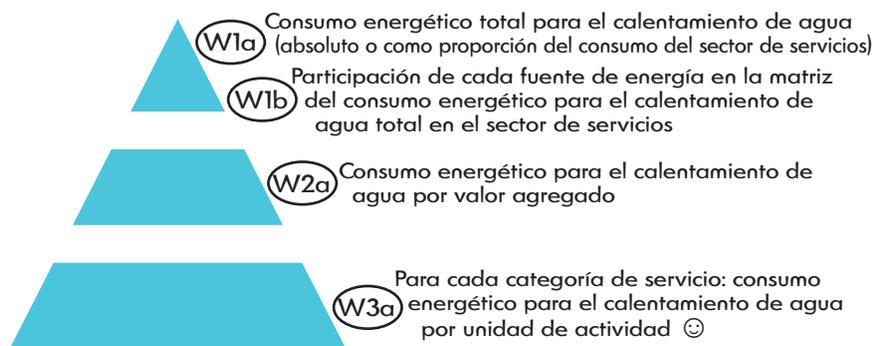
Nota: Así como se debe corregir por los grados-día de calefacción, se recomienda aplicar una corrección por grados-día de enfriamiento para normalizar la curva de consumo energético para el enfriamiento en el tiempo mediante la eliminación del efecto de las variaciones de temperatura. Véase el Anexo C.

Calentamiento de agua

Varían ampliamente las necesidades de agua caliente según el tipo de categoría de servicio. Por ejemplo, los hospitales, hoteles y alimentos suelen ocupar mayores volúmenes que los servicios centrados en la información.

Al igual que con los usos finales mencionados en lo anterior, en el primer nivel se incluye el consumo energético para el calentamiento agua, bien sea en términos absolutos o como porcentaje del consumo total del sector (W1a), así como la proporción de cada fuente de energía en el mismo (W1b).

Figura 5.8 • Pirámide de indicadores para el calentamiento de agua en el sector de servicios



En el segundo nivel, el indicador es el consumo para el calentamiento de agua por valor agregado (W2a). De manera similar a otros usos finales, también sería posible calcular un indicador de consumo para el calentamiento de agua por superficie, pero este valor podría resultar engañoso. Por lo tanto, no se propone tal indicador en esta pirámide.

El indicador de tercer nivel es el consumo para el calentamiento de agua por unidad de actividad en cada categoría de servicio (W3a), por ejemplo, noches en los hoteles, camas en los hospitales, etc. **Es el indicador recomendado, aunque requiere de mucho esfuerzo la recopilación de los datos.** También sería posible calcular, a un nivel mayor de desagregación, un indicador del consumo energético por unidad de actividad para cada sistema de calentamiento de agua, como las calderas directas o indirectas, los colectores solares, etc., para cada categoría de servicios. Sin embargo, requeriría de datos sumamente detallados, por lo que no se incluye en la pirámide propuesta.

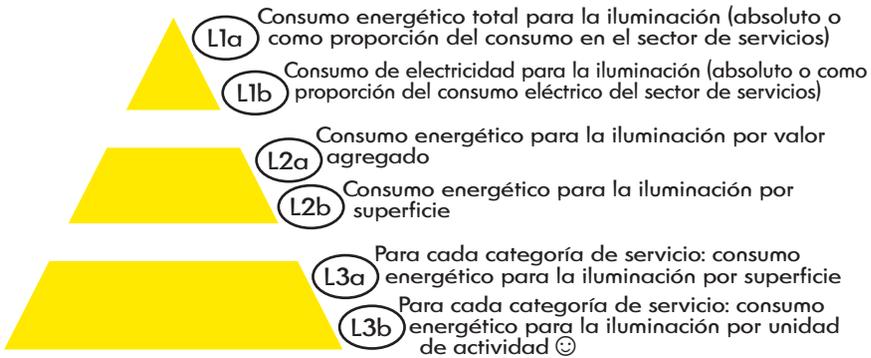
Iluminación

En el primer nivel se presenta el consumo total para la iluminación, en términos absolutos o como porcentaje del sector de servicios (L1a), y el mismo como proporción del consumo eléctrico del sector (L1b), ya que es suplido principalmente por la electricidad.

El segundo nivel incluye dos indicadores de intensidad, basados en el consumo para la iluminación por valor agregado (L2a) y por superficie (L2b).

Asimismo, el tercer nivel incluye dos indicadores, calculados para cada categoría de servicio, como el consumo de iluminación por superficie (L3a) y por unidad de actividad (L3b). **El indicador recomendado para la iluminación es su consumo energético por unidad de actividad para cada categoría de servicio,** aunque la recopilación de estos datos requerirá de un gran esfuerzo.

Figura 5.9 • Pirámide de indicadores de iluminación en el sector de servicios



Preguntas y respuestas:

P4. ¿Cómo se debe clasificar el alumbrado público?

Aunque no cabe dentro del sector inmuebles, el consumo energético del alumbrado público se incluye en el sector de servicios (en la categoría “otros usos de energía”, como consta en la Figura 3.4). Se podría elaborar un conjunto de indicadores para el alumbrado público, aparte de los usos finales en las pirámides anteriores, por ejemplo, el consumo energético por superficie iluminada (incluida la iluminación vial y de estacionamientos).

Otros equipos

“Otros equipos” resulta sumamente heterogéneo en las distintas categorías. Por ejemplo, en los restaurantes se hace un uso limitado de las computadoras, pero muy amplia de los refrigeradores y hornos; en las oficinas se emplean mucho las computadoras e impresoras, pero muy rara vez los hornos. En el primer nivel se presenta el consumo total de los otros equipos, en términos absolutos o como porcentaje del consumo del sector de servicios (E1a), así como la participación de cada energético en la matriz total de los otros equipos (E1b).

En el segundo nivel, se presentan dos indicadores basados en el consumo de los otros equipos por valor agregado (E2a) y por superficie (E2b).

Los indicadores de tercer nivel consisten del consumo de otros equipos por valor agregado en cada categoría de servicio (E3a) y por unidad de actividad en cada categoría de servicio (E3b). Ya que varía significativamente entre categorías la difusión de los diferentes tipos de equipos, (E3b) incluiría varios indicadores muy relevantes, como el consumo energético de las computadoras personales por número de empleados en las oficinas, el de los refrigeradores por comida servida en los restaurantes, etc. **El indicador recomendado para los otros equipos es el consumo por unidad de actividad en cada categoría de servicio, ya que los datos**

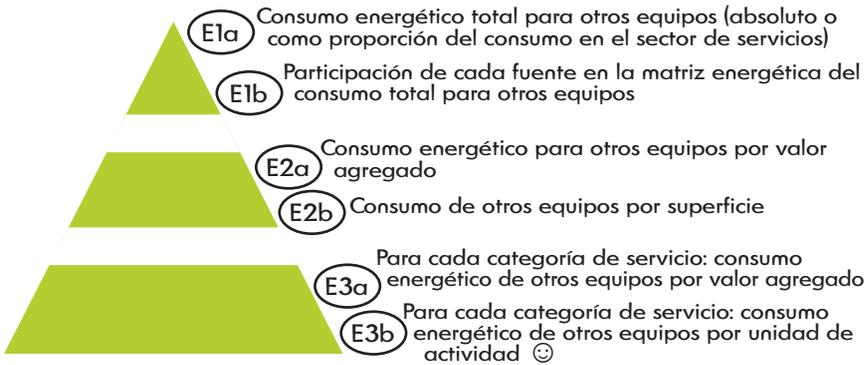
Tabla 5.2 • Lista resumida de los indicadores más comunes del sector de servicios

Indicador	Cobertura	Datos energéticos	Datos por actividad	Código	Indicador recomendado
Consumo energético para la calefacción por valor agregado	General	Consumo energético total para la calefacción	Total valor agregado	H2a	
Consumo para la calefacción por superficie	General	Consumo energético total	Superficie total	H2b	☹
	Por sistema de calefacción	Consumo energético para la calefacción con sistema α	Superficie calentada con sistema de calefacción α	H3a	
	Por fuente de energía	Consumo energético para la calefacción con fuente de energía Z	Superficie calentada con fuente de energía Z	H3b	
Consumo energético para la calefacción por unidad de actividad	Por categoría de servicio	Consumo energético para la calefacción para categoría de servicio A	Unidad de actividad en la categoría de servicio A	H3c	
Consumo energético para el enfriamiento por valor agregado	General	Consumo energético total para el enfriamiento	Total valor agregado	C2a	
Consumo energético para el enfriamiento por superficie enfriada	General	Consumo energético total para el enfriamiento	Superficie total enfriada	C2b	☺
	Por categoría de servicio	Consumo energético para el enfriamiento por categoría de servicio α	Superficie enfriada en categoría de servicio α	C3a	
	Por sistema de enfriamiento	Consumo energético del sistema de enfriamiento A	Superficie refrigerada con el sistema A	C3b	
Consumo energético para el enfriamiento por unidad de actividad	Por categoría de servicio	Consumo energético para el enfriamiento en la categoría de servicio A	Unidad de actividad en la categoría de servicio A	C3c	
Consumo energético para el calentamiento de agua por valor agregado	General	Consumo energético total para el calentamiento de agua	Total valor agregado	W2a	
Consumo energético para el calentamiento de agua por unidad de actividad	Por categoría de servicio	Consumo energético para el calentamiento de agua para la categoría de servicio A	Unidad de actividad en la categoría de servicio A	W3a	☺
Consumo para la iluminación por valor agregado	General	Consumo energético total para la iluminación	Total valor agregado	L2a	
Consumo energético para la iluminación por superficie	General	Consumo energético total para la iluminación	Superficie total	L2b	
	Por categoría de servicio	Consumo energético para la iluminación para categoría de servicio A	Superficie de categoría de servicio A	L3a	
Consumo para la iluminación por unidad de actividad	Por categoría de servicio	Consumo para la iluminación para categoría de servicio A	Unidad de actividad de servicio en la categoría A	L3b	☺
Consumo energético para otros equipos por valor agregado	General	Consumo energético total para otros equipos	Total valor agregado	E2a	
	Por categoría de servicio	Consumo energético para otros equipos para categoría de servicio A	Valor agregado de categoría de servicio A	E3a	
Consumo de otros equipos por superficie	General	Consumo energético total para otros equipos	Superficie total	E2b	
Consumo energético para otros equipos por unidad de actividad	Por categoría de servicio	Consumo energético para otros equipos en la categoría de servicio A	Unidad de actividad en la categoría de servicio A	E3b	☺

■ Calefacción de locales ■ Enfriamiento de locales ■ Calentamiento de agua ■ Iluminación ■ Otros equipos

más agregados tienen una significación más limitada, dada la heterogeneidad del sector. Por supuesto, la recopilación de datos con este nivel de detalle requiere de un gran esfuerzo, por lo que debe hacerse sólo si del análisis se concluye que los otros equipos representan una gran proporción del consumo energético total.

Figura 5.10 • Pirámide de indicadores para otros equipos en el sector de servicios



En la Tabla 5.2 consta un resumen de los principales indicadores utilizados en el sector de servicios, salvo los de nivel 1 que no son realmente de eficiencia energética ni de intensidad energética y sólo indican la importancia absoluta o relativa de un uso final en la matriz energética total o del sector.

Para cada indicador de los niveles 2 y 3, la tabla indica su nombre, cobertura (general o específica por tipo), datos energéticos, y datos por actividad a ser utilizados. En la penúltima columna consta el código del indicador y en la última la carita feliz señala el indicador preferido para un uso final determinado.

5 Datos subyacentes detrás de los indicadores

Los principales datos requeridos para los indicadores de los distintos niveles presentados en lo anterior, son resumidos en la Figura 5.11 para el consumo energético y en la Figura 5.12 para los datos por actividad. Para fines de la pirámide sectorial general, a menudo se puede conseguir los datos agregados por energético del balance energético del país y los datos agregados por actividad de varias fuentes como el censo, etc. (Tabla 5.3). La clave para el establecimiento de los indicadores del sector de servicios es cotejar los límites y las definiciones de la energía y los datos de la actividad.

Datos de consumo energético

Datos de consumo para la calefacción

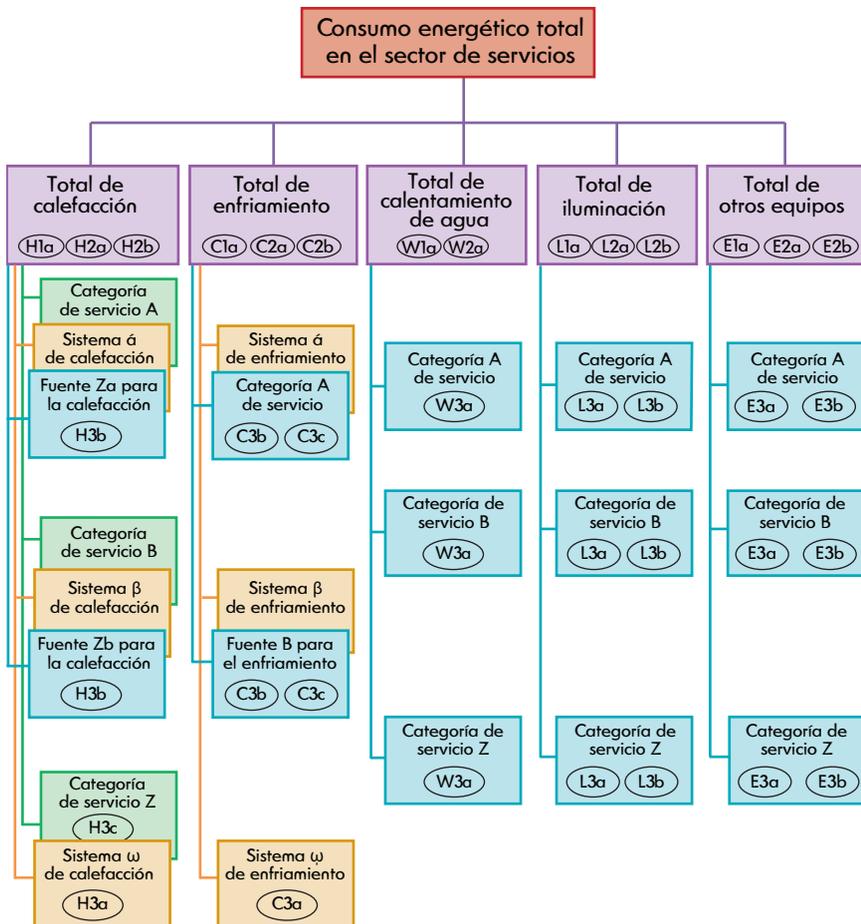
Consumo total para la calefacción: Es el total de la energía utilizada en la calefacción de los edificios del sector de servicios. Incluye cada uno de las fuentes de energía (electricidad, gas natural, biomasa, etc.) y sistemas de calefacción (centralizada o descentralizada). Este consumo sirve de numerador para los indicadores (H2a) y (H2b).

Consumo total para la calefacción con sistemas de tipo α : Es la energía total utilizada en la calefacción de edificios del sector con determinado tipo de sistema o equipo: central, redes urbanas, etc. Sirve de numerador para el indicador (H3a).

Consumo total para la calefacción del sector con fuente de energía Z: Es el consumo energético total para la calefacción en el sector con fuente de energía Z: electricidad, gas natural, madera, leña, carbón mineral, etc. Sirve de numerador para el indicador (H3b).

Consumo total para la calefacción para categoría de servicio A: Es la energía total utilizada en la calefacción del conjunto de edificios en determinada categoría de servicios: hoteles, planteles educativos, restaurantes, etc. Sirve de numerador para el indicador (H3c).

Figura 5.11 • Diagrama de flujo de los datos agregados de consumo energético necesarios para los indicadores de eficiencia energética del sector de servicios



Nota: En esta figura, "fuente" significa "fuente de energía".

Datos de consumo por enfriamiento

Consumo total para el enfriamiento: Es la energía total utilizada para enfriar el conjunto de edificios del sector que cuentan con sistemas de enfriamiento. Incluye toda fuente de energía (principalmente la eléctrica) y tipo de sistema (centralizado o descentralizado). Sirve de numerador para los indicadores (C2a) y (C2b).

Consumo total para el enfriamiento utilizando sistemas de tipo α : Es la energía total utilizada para enfriar el conjunto de edificios del sector que utilizan determinado tipo de sistema o equipo: central o distribuido. Sirve de numerador para el indicador (C3a).

Consumo total para enfriamiento en la categoría de servicio A: Es la energía total utilizada para enfriar el conjunto de edificios con aire acondicionado para determinada categoría de servicios: hoteles, planteles educativos, restaurantes, etc. Sirve de numerador para los indicadores (C3b) y (C3c).

Datos de consumo de calentamiento de agua

Consumo total para el calentamiento de agua: Es la energía total utilizada para calentar el agua en el conjunto de edificios del sector. Incluye todo tipo de energía (electricidad, gas natural, biomasa, etc.) y tipo de sistema (centralizado o descentralizado). Sirve de numerador para el indicador (W2a).

Consumo total para el calentamiento de agua para sistemas de categoría de servicio A: Es la energía total utilizada en calentar agua para determinada categoría de servicios: hoteles, planteles educativos, restaurantes, etc. Sirve de numerador para el indicador (W3a).

Datos de consumo de la iluminación

Consumo total para la iluminación: Es la energía total utilizada para la iluminación. Incluye toda fuente de energía (principalmente la eléctrica) y tipo de accesorio (bombillas incandescentes, tubos fluorescentes, etc.). Sirve de numerador para los indicadores (L2a) y (L2b).

Consumo total para la iluminación en categoría de servicio A: Es la energía total utilizada para la iluminación de determinada categoría de servicios: hoteles, planteles educativos, restaurantes, etc. Sirve de numerador para los indicadores (L3a) y (L3b).

Datos de consumo de otros equipos

Consumo total para otros equipos: Es la energía total utilizada por otros equipos. Incluye todo tipo de equipos no incluidos entre otros usos finales. Sirve de numerador para los indicadores (E2a) y (E2b).

Consumo total para otros equipos en la categoría de servicio A: Es la energía total utilizada por otros equipos para determinada categoría de servicios: hoteles, planteles educativos, restaurantes, etc. Sirve de numerador para el indicador (E3a) y (E3b).

Datos por actividad

Valor agregado²

Servicios de valor agregado total: Es el valor agregado total del sector de servicios, que representa el aporte del sector de servicios al producto interno bruto (PIB). Se utiliza para los indicadores (H2a), (C2a), (W2a), (L2a) y (E2a). Es muy importante que la definición de los límites del valor agregado total del sector coincida con los datos correspondientes de consumo energético. En general, se recomienda el uso de dólares estadounidenses (USD) y la paridad de poder adquisitivo (PPA)³ a la hora de comparar entre países.

Valor agregado total de la categoría de servicio A: Es el valor agregado de determinada categoría de servicios, que representa el aporte de la categoría al PIB. Es útil sólo si el análisis puede realizarse a nivel de la categoría de servicios; lo cual requiere conocer el respectivo consumo energético y otros datos de la actividad. Sirve para el indicador (E3a).

Unidades de actividad

Unidad de actividad de la categoría de servicio A: Es la respectiva unidad de actividad de servicio de cada categoría, por ejemplo, el número de noches en el caso de hoteles. En la Tabla 5.1 constan ejemplos de unidades de actividad para algunas categorías de servicio. Sirve de denominador para los indicadores (H3c), (C3c), (W3a), (L3b) y (E3b).

Superficie

Superficie total: Es la superficie total del conjunto de edificios en el sector de servicios. Sirve de denominador para los indicadores (H2b), (L2b) y (E2b).

Superficie total para edificios en la categoría de servicio A: Es la superficie total del conjunto de edificios en determinada categoría de servicio (por ejemplo, hoteles, restaurantes, etc.). Sirve de denominador para el indicador (L3a).

Superficie total calentada: Es la superficie total con calefacción del conjunto de edificios en el sector de servicios. Sirve de denominador para el indicador (H2b). La superficie calentada podría incluir áreas desocupadas como espacios de estacionamiento, mantenidas a la mínima temperatura para mantener operativa la infraestructura del edificio.

Superficie total para edificios que cuentan con el sistema de calefacción de tipo α : Es la superficie total del conjunto de edificios que utilizan determinado sistema de calefacción. Sirve de denominador para el indicador (H3a).

Total de viviendas que utilizan la fuente de energía Z para la calefacción: Es el número total de viviendas ocupadas que utilizan un tipo de energía (electricidad, gas natural, leña, carbón mineral, etc.) para su calefacción. Sirve de denominador para el indicador (H3b).

Superficie total enfriada para edificios que cuentan con aire acondicionado: Es la superficie total enfriada del conjunto de edificios en el sector de servicios que cuentan con sistemas de enfriamiento. Sirve de denominador para el indicador (C2b).

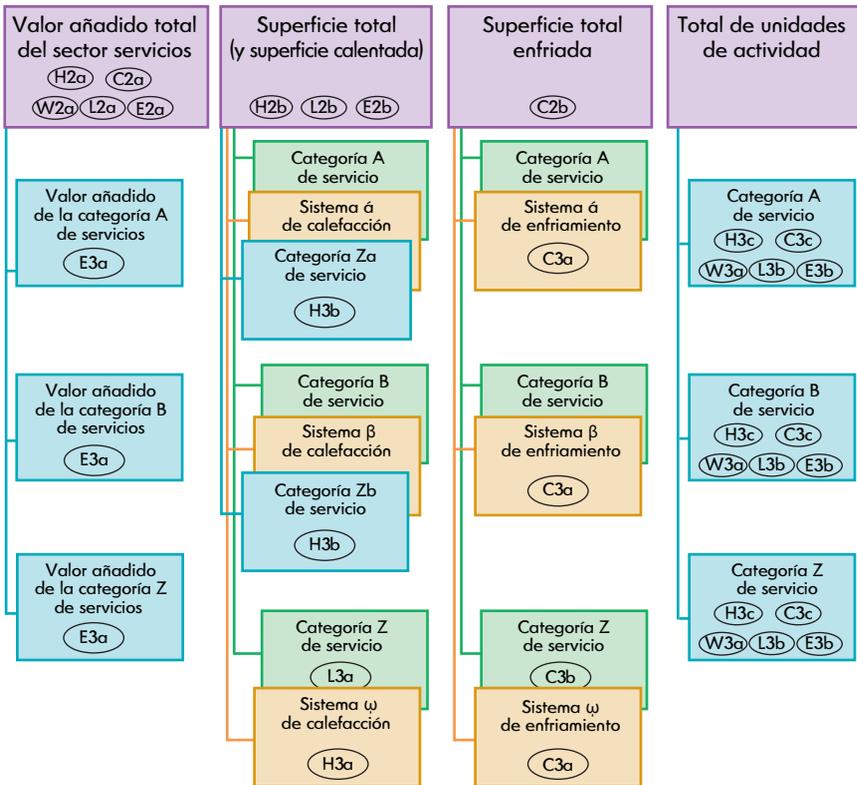
2. Para conocer fuentes de valor agregado y otros datos macroeconómicos, favor referirse al Recuadro 5.2.

3. Las paridades del poder adquisitivo (PPA) son las tasas de conversión de divisas que nivelan el poder adquisitivo de las distintas monedas mediante la eliminación de diferencias de precio entre países. En su forma más sencilla, el PPA son simplemente relaciones de precios que muestran el ratio entre los precios en moneda nacional de los mismos productos o servicios en diferentes países.

Superficie total para edificios que utilizan un sistema de enfriamiento de tipo α : Es la superficie total del conjunto de edificios que utilizan determinado sistema de enfriamiento. Sirve de denominador para el indicador (C3a).

Superficie total enfriada para edificios de categoría de servicio A: Es la superficie total del conjunto de edificios en el sector de servicios de categoría A que cuentan con aire acondicionado. Sirve de denominador para el indicador (C3b).

Figura 5.12 • Diagrama de flujo agregado de los principales datos por actividad, necesarios para los indicadores de eficiencia energética del sector de servicios



6 ¿Cómo recopilar los datos?

Algunos datos son de más fácil recopilación que otros; esto se aplica a los datos tanto de consumo energético como de actividad. Por ejemplo, es sin duda más fácil obtener con precisión el consumo de la calefacción de un edificio en base al combustible sólo para fines de calefacción, sin un sistema de calefacción secundaria, que calcular el consumo energético eléctrica de un edificio en el cual la electricidad es utilizada para varias categorías, tales como calefacción, iluminación, calentamiento de agua, otros equipos, etc.

Son cuatro las metodologías para la recopilación de datos sobre el consumo energético y las actividades del sector de servicios: fuentes administrativas, encuestas, medición y modelización. Cada una tiene sus puntos fuertes y débiles, y parece que varios países combinan diversos métodos (fuentes administrativas con modelización, por ejemplo) para la elaboración de indicadores adecuados para el sector. A continuación consta una descripción de cada metodología, basada principalmente en los informes recibidos por la AIE sobre las prácticas actuales de recolección de estadísticas para los indicadores de eficiencia energética.

En la Tabla 5.3 consta una visión general de las fuentes y metodologías más frecuentes en la recopilación de los datos requeridos para la elaboración de los indicadores presentados en la sección anterior. Las metodologías individuales serán descritas en el resto de esta sección.

Tabla 5.3 • Resumen de las principales variables necesarias para los indicadores del sector de servicios y ejemplos de posibles fuentes y metodologías

Datos	Fuente	Metodología
Datos energéticos		
Consumo total del sector de servicios	Balance energético nacional	Fuentes administrativas Modelización
Consumo por categoría del sector	Empresas de servicio público	Fuentes administrativas Modelización
Datos por actividad		
Superficie	Direcciones nacionales de estadísticas Gobiernos seccionales Organismos de fiscalización de empresas a través de redes nacionales o regionales Emisores de permisos de construcción Encuestas nacionales del sector de servicios	Fuentes administrativas Encuestas
Valor agregado	Entidad nacional de estadísticas	Fuentes administrativas
Unidad de actividad	Direcciones nacionales de estadísticas Cámaras de comercio, etc.	Fuentes administrativas Encuestas
Equipos	Fabricantes, Importadores, etc.	Fuentes administrativas Encuestas

Fuentes administrativas

Al igual que en el sector residencial, las fuentes administrativas, sean éstas gobiernos, empresas de servicios públicos, organizaciones internacionales o empresas privadas, deben ser las primeras consultadas para identificar los datos existentes y la mejor manera de utilizarlos. Al aprovechar estas fuentes se suele ahorrar tiempo y costos. A continuación se describe los datos administrativos en el sector de servicios, en base a la presentación de las prácticas recibidas por la AIE.

Finalidad de recoger datos administrativos: Entre las respuestas recibidas por la AIE, los países señalaron que dependen en gran medida de las fuentes

Cuadro 5.1 • Algunas fuentes administrativas internacionales para el sector inmuebles

Algunas directrices recientes sobre las normas de rendimiento energético en los edificios, han motivado la recopilación de datos detallados de la construcción en varios países, incluida la Unión Europea (UE) y Estados Unidos.

En el centro de datos del *Buildings Performance Institute Europa (BPIE)** se encuentran datos técnicos sobre las construcciones en la Unión Europea (la UE más Noruega y Suiza) basados en las estadísticas oficiales (encuestas nacionales, datos administrativos, etc.), los resultados de investigaciones y las estimaciones de expertos. Los datos al respecto abarcan las características de las construcciones existentes, el consumo energético, así como el rendimiento de los revestimientos.

El *Department of Energy Buildings Performance Database*** de Estados Unidos contiene datos muy detallados sobre las características técnicas y el funcionamiento de decenas de miles de edificios existentes en el sector tanto de servicios como residencial en todo el país.

* Disponible en línea en: <http://www.bpie.eu/>.

** Disponible en línea en: <https://bpd.lbl.gov/>.

administrativas para el sector de servicios. Por ejemplo, se basan en las cuentas nacionales para obtener el valor agregado en las diferentes categorías del sector. Los datos pueden servir para calcular directamente los indicadores o para alimentar los modelos y apoyar el diseño del muestreo para las encuestas.

Fuentes: Quienes respondieron a la AIE identificaron varias fuentes existentes: las direcciones de estadística del gobierno, las empresas de servicios públicos energéticos (gas, electricidad), los fabricantes de equipos, y las organizaciones internacionales. Para obtener los datos del consumo energético entre categorías, la mayoría de los países dependen de los servicios públicos, que normalmente registran sus ventas a nivel de categoría, por tener precios y códigos diferenciados para diversos usuarios finales. También encuentran mediciones u otras referencias en la literatura técnica y científica, las cuales pueden adoptar a su país.

Datos recopilados: Los dos tipos de datos que se recogen para construir indicadores incluyen datos de la actividad y de la energía, como se indica en la sección anterior. Los datos de energía incluirían el consumo anual de energía por categoría de servicio, a menudo suministrados por empresas de servicios públicos como la electricidad, el gas natural o los proveedores de petróleo. Los datos de actividad incluirían valor añadido, superficie, número de empleados, número de noches, etc.

Costos asociados con los datos administrativos: De quienes respondieron a la encuesta de la AIE, la mayoría señaló que no se aplicaba tarifa alguna a los datos recopilados. Sin embargo, aun cuando no hay costos directos, se incurren costos indirectos en los diversos trámites requeridos: investigación de las fuentes administrativas existentes, análisis de los datos con las organizaciones que los

reúnen para determinar la viabilidad de su uso, establecimiento de acuerdos para su transferencia y uso y, finalmente, transferencia a un formato adecuado para su uso.

Principales desafíos: Entre los desafíos más comunes se incluye el proceso demorado de recopilar y procesar la información (por ejemplo, de formato impreso a digital), las diferencias de definición entre fuentes, el manejo de datos incompletos, y el tiempo necesario para trabar relaciones con la organización o servicio que proporciona los datos.

Las encuestas

En la muestra de prácticas presentadas a la AIE, la encuesta fue la metodología más comúnmente utilizada en la recopilación de datos para el sector de servicios. Son realizadas en la mayoría de las categorías de servicios: oficinas, sitios minoristas, atención médica, educación, almacenamiento, servicios de alimentos, alojamiento, arte y entretenimiento. Por supuesto, pueden no ser suficientes por sí solas, sino requerir complementación con información obtenida de auditorías energéticas de la construcción o de estudios de modelización.

En los siguientes párrafos se resumen las principales características de las encuestas, en base a las prácticas reportadas a la AIE.

Propósito de la encuesta: Los propósitos fundamentales de las encuestas en el sector de servicios son: entender la evolución del consumo energético en el tiempo y entre actividades; reunir información sobre las características físicas de los edificios, tales como la superficie construida, el índice de ocupación, etc.; y recopilar datos sobre el gasto de energía. Algunos países aplican encuestas para determinar las buenas prácticas en la evaluación comparativa de las clases de eficiencia energética para los diferentes sectores. Aproximadamente la mitad de los encuestados realizan encuestas para complementar información proveniente de otros tipos de datos o cálculos.

Categorías de servicio cubiertas: En numerosos países, especialmente los de la OCDE, se opta por reunir información en base a la clasificación nacional de actividades económicas (por ejemplo, la CIIU, o la NACE en Europa), mientras que en otros países los datos son recopilados basándose en distintas clasificaciones, como en los dos ejemplos siguientes:

- 1) oficinas, locales minoristas, atención médica, educación, almacenamiento, ventas y servicios de alimentos, alojamiento, arte y entretenimiento y edificios multiuso;
- 2) edificios de oficinas y de consultorios médicos, planteles primarios y/o secundarios, centros de enfermería y de atención residencial, almacenes, hoteles y moteles, hospitales, tiendas de alimentos y bebidas, tiendas minoristas no alimentarias, vacantes y otros.

Se recomienda a los países adoptar la clasificación de la CIIU, si es posible, sobre todo si después se realizan comparaciones entre países.

Diseño de la muestra: De quienes respondieron a la encuesta, la mayoría aplica un método de muestreo aleatorio estratificado, en el que varían desde uno hasta más de 50 los niveles de estratificación. Entre los criterios de estratificación se incluyen: categoría de servicio, ubicación geográfica, región climática, edad y tipo de edificios, número de ocupantes, etc.

Cuadro 5.2 • Algunas fuentes internacionales de datos macroeconómicos

A nivel nacional, tales datos macroeconómicos como el PIB, el valor agregado sectorial, los demográficos, etc. suelen estar disponibles en las direcciones de estadísticas, los bancos centrales, los ministerios o los institutos de investigación. A continuación constan algunas fuentes internacionales de este tipo de datos.

La **Organización para la Cooperación y el Desarrollo**⁽¹⁾ recoge datos sobre el PIB, el valor agregado por sector, las asociaciones público-privadas, los tipos de cambio, la población y el empleo en sus 34 países miembros.

Eurostat⁽²⁾ reúne datos sobre el PIB, el valor agregado por sector, las asociaciones público-privadas, los tipos de cambio, la población, las unidades familiares y el empleo en los países de la Unión Europea.

El **Fondo Monetario Internacional**⁽³⁾ proporciona datos mundiales sobre el PIB, el PPA, los tipos de cambio, la población y el empleo.

La **Organización de las Naciones Unidas**⁽⁴⁾ dispone de datos mundiales sobre el PIB, el valor agregado por sectores, el PPA, los tipos de cambio, la población y el empleo.

El **Banco Mundial**⁽⁵⁾ recopila datos mundiales sobre el PIB, el PPA, los tipos de cambio y la población.

(1) Disponible en línea en: <http://stats.oecd.org/>.

(2) Disponible en línea en: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/themes..>

(3) Disponible en línea en: <http://www.imf.org/external/data.htm>.

(4) Disponible en línea en: <http://unstats.un.org/unsd/snaama/Introduction.asp>.

(5) Disponible en línea en: http://siteresources.worldbank.org/ICPEXT/Resources/ICP_2011.html.

Las fuentes para la selección de la muestra incluyen una lista de direcciones de las administraciones, cámaras de comercio, agencias tributarias y registros de empresas. En un caso innovador, se utiliza *Google Earth*[™] y *Streetview*[™] para identificar los edificios del sector de servicios y mejorar la representatividad de la muestra. El enfoque se basó en las definiciones de los códigos locales de construcción, junto con un número de registro de la propiedad (ID).

Tamaño de la muestra: El tamaño de la muestra de las encuestas osciló entre 5,000 y 120,000, o del 0,1% al 100% del total de edificios. De las comunicaciones recibidas, la mayoría de los estudios se realizó con menos del 10% del total de construcciones, con un promedio del 5%.

Frecuencia: Según la muestra de la AIE, en el sector de servicios se realizan las encuestas cada 1 a 4 años, la mayoría en forma anual. Su aplicación periódica no sólo garantiza la continuidad de los datos, sino que además posibilita mejorar su calidad a través de una capacitación continua.

Régimen jurídico de la encuesta: En más de la mitad de los casos, las encuestas son obligatorias bajo la legislación nacional, pero en pocos casos se paga una multa en caso de no responder. En un par de casos, se prometió un informe de los resultados a quienes respondieron a las encuestas.

Los encuestados: En la mayoría de los casos, las encuestas fueron enviadas a empresas que, a su vez, delegaron a un contacto clave para cada edificio operado por la organización. En algunos casos, se reunió información adicional para complementar estos resultados, por ejemplo, de fuentes administrativas como las compañías de servicios públicos que venden electricidad o gas natural a establecimientos comerciales particulares. Si se incluye en la encuesta información sobre las ventas de energía, el contacto con los servicios públicos podría servir también para cruzar los datos y conocer el consumo total del sector, no sólo de la muestra estudiada.

Porcentaje de respuestas: El índice de respuestas varió del 20% al 100%, con un promedio de dos tercios. En un caso exitoso del 100%, la encuesta fue realizada por una empresa de investigación de mercado que por contrato debía cumplir con cuotas para cada uno de los subsectores. En primer lugar, se contactó a las empresas por teléfono en base a un listado existente, para identificar a la persona más idónea para la entrevista por su conocimiento del consumo energético y las características físicas del edificio. A continuación, se aplicaron entrevistas personales con la ayuda de una computadora para la recopilación de los datos.

Métodos de recopilación: El método más popular fue la de reunir información en papel, seguido de la recopilación por Internet y las visitas presenciales in situ. En algunos países, los encuestados tenían la opción de presentar los datos, ya sea en papel o por el Internet.

Tiempo para completar una encuesta: A los encuestados que proporcionaron esta información, les tomó desde menos de 10 minutos hasta 180 minutos completar la encuesta, en función de su nivel de detalle, siendo el promedio una hora.

Elementos reunidos: La mayoría de las encuestas recogieron información por categoría del sector de servicios, con un enfoque en los datos por actividad, en especial la superficie, la edad de los edificios, el número de ocupantes, la edad y el tipo de sistema de calefacción, el tipo de sistema de enfriamiento, y el tipo de combustible utilizado para los diversos usos finales. La información adicional incluía los equipos de oficina en existencia, el tipo y la tecnología de iluminación, y las clases de las renovaciones del edificio. En algunos casos, se reunió información sobre los gastos energéticos y se estableció contacto con las empresas de servicio público como complemento. Aunque no es posible recopilar el consumo directo de energía a partir de estas encuestas, se puede utilizar las características físicas de los equipos, junto con los datos generales de consumo, para calcular el consumo energético de los equipos en el ámbito nacional. La mayor parte de la información reunida no se refiere directamente a los indicadores propuestos en lo anterior, pero es muy pertinente para una auditoría más detallada del sector inmuebles.

Usos finales cubiertos: Los usos finales cubiertos con mayor frecuencia eran la calefacción, el enfriamiento y el calentamiento de agua, para los cuales los datos recopilados incluyeron la edad y el tipo de los sistemas de calefacción, el tipo de sistema de enfriamiento, y el tipo de combustible utilizado.

Fuentes de energía: Todas las fuentes tradicionales de energía son consideradas en las encuestas, como electricidad, gas natural, combustóleo, carbón mineral, GLP y biomasa. Además, en el sector de servicios, es importante tener en cuenta las redes urbanas de calefacción y los sistemas de recuperación de calor, que pueden servir para los edificios. Además, las construcciones cuentan cada vez más con aplicaciones solares para el calentamiento de agua, sistemas geotérmicos para enfriar y calentar los edificios, paneles solares instalados en los techos para generar electricidad, y la energía renovable para varios otros usos finales.

Tiempo total para la preparación y ejecución de una encuesta: Varía considerablemente el tiempo necesario para el desarrollo y la aplicación de una encuesta, desde un mínimo de tres meses hasta un máximo de cuatro años en el caso de las encuestas complejas con más información, siendo el promedio mayor a un año. El plazo depende de los recursos requeridos para la ejecución del proyecto, las necesidades de formación del personal, el nivel de detalle de los datos reunidos y el proceso de validación para garantizar la calidad de los mismos. Conforme se repiten las encuestas, las organizaciones suelen tornarse más eficientes en el logro de los resultados.

Costos asociados con la encuesta: El costo de una encuesta depende del valor de la mano de obra, el detalle de la encuesta en sí, los niveles de estratificación y el tamaño de la muestra. Como consecuencia de ello, resulta difícil dar un estimativo preciso que se ajuste a todos los casos. Sin embargo, en base a la información recogida en algunos países de la OCDE, el costo de una encuesta nacional en el sector de servicios puede variar desde USD 128,000 hasta USD 8 millones. Según las prácticas reportadas para las encuestas residenciales, se espera que la fase de diseño represente del 15% al 20% del coste total, la fase de recopilación de datos del 40% al 50%, la fase de procesamiento y presentación de informes del 20% al 30%, y la gestión general del proyecto del 10% al 20%.

Principales desafíos en las encuestas: Dos tercios de los encuestados señalaron que los principales desafíos eran el bajo índice, la baja calidad y la incongruencia de las respuestas. La mitad de los encuestados reportaron contestaciones incompletas. Entre otros asuntos estaba la aptitud de los entrevistadores y la necesidad de capacitarlos para la tarea. Otro problema fue la falta de claridad sobre el plazo mencionado en la encuesta, lo que podría ser evitado dando instrucciones claras a los encuestados.

Posibles mejoras: Más del 50% de los encuestados señaló que la calidad de los resultados podría mejorar de manera significativa mediante un aumento en el tamaño de la muestra. Otras sugerencias incluyeron la adición de una entrevista personal, o la verificación de las respuestas a la encuesta, así como una auditoría energética. Es importante tener definiciones claras e instrucciones para cada pregunta, a fin de facilitar el trabajo a los encuestados. Una idea para incentivar las respuestas sería la de dar a los encuestados acceso a los datos energéticos de su sector.

Como se mencionó en lo anterior, la adición de una entrevista personal puede aumentar la precisión de los resultados, y las auditorías energéticas podrían ayudar en la verificación de las respuestas. También es importante asegurar la periodicidad regular de las encuestas en el tiempo. Además, se calificó como práctica importante la de establecer y mantener buenas relaciones con los gestores de la energía.

Preguntas y respuestas:

P5. ¿Cómo se debe contabilizar los edificios multiuso?

Algunos de los países que respondieron a la AIE habían examinado el tratamiento de los espacios multiuso, cuando varias actividades de servicio coexisten en el mismo edificio. A menudo, se pidió a los encuestados calcular el área de la actividad principal del edificio (definida como la que ocupa el 75% del área bruta), después una actividad secundaria y su área y, en algunos casos, hasta una tercera actividad.

P6. ¿Pueden las encuestas energéticas ser ampliadas para reunir información sobre el agua en el sector de servicios?

Sí. Aún si no es práctica común todavía, algunos países han comenzado a reunir datos sobre el uso del agua en los edificios, junto con los de consumo energético. Esta información es valiosa no sólo para las administraciones nacionales, sino también para los gobiernos locales que necesitan planificar sus recursos e infraestructuras para la distribución de agua potable.

P7. ¿Pueden las encuestas ser ampliadas para incluir los datos de transporte en el sector de servicios?

Las encuestas también pueden incluir algunas preguntas adicionales acerca del número de vehículos y kilómetros recorridos, a fin de obtener información sobre el consumo energético para el transporte. Mientras éste no suele ser el foco principal respecto a los edificios del sector, los datos reunidos pueden complementar las encuestas nacionales de transporte y ayudar a mejorar las respectivas estadísticas e indicadores de eficiencia energética. Sin embargo, el consumo del transporte no debe ser incluido dentro del sector de servicios.

Mediciones

Los países reconocen la importancia de las mediciones en el sector de servicios para informar no sólo a los propietarios de edificios acerca de las oportunidades de ahorro energético a través de las auditorías, sino también al gobierno sobre posibles intervenciones de políticas. La medición es particularmente intensa en el sector de servicios debido a la naturaleza heterogénea de las categorías de servicios y de los tipos de construcciones. Sin embargo, en ausencia de otros datos, incluso la medición de muestras pequeñas puede ser eficaz en la elaboración de estimaciones iniciales.

Los siguientes párrafos se basan en las respuestas presentadas a la AIE. Por desgracia, en el caso de la medición en el sector de servicios, las prácticas recibidas son muy pocos, lo cual limita la aplicabilidad general de los resultados aquí presentados. Su número reducido también demuestra que la medición aún no constituye un método bien desarrollado para fines de los indicadores de eficiencia energética en el sector.

Propósito de medición: Por lo general se realiza la medición para evaluar las pautas de consumo energético, la difusión de los equipos y la eficiencia de los distintos sistemas (ventilación, calefacción y enfriamiento). Sin embargo, también sirve para complementar la información procedente de una encuesta o modelización y alimentar los modelos y cálculos. De hecho, en muchas de las prácticas de encuesta presentadas a la AIE se acotó que las mediciones, incluidas las realizadas durante las auditorías, serían muy importantes para la verificación de los datos de la encuesta.

Categorías de servicio cubiertas: En base a las prácticas presentadas a la AIE, las mediciones generalmente focalizan determinadas categorías de servicios y los edificios donde se realizan sus actividades, tales como oficinas, locales comerciales, atención médica, educación, almacenamiento, venta y servicios de alimentos, alojamiento, artes y entretenimiento, y los multiusos.

Diseño de la muestra: Por lo general, las muestras son diseñadas en base a listas existentes de edificios, empresas importantes y establecimientos institucionales. Otra opción es un panel repetitivo de encuestados que previamente han participado en otras iniciativas. Dado el pequeño tamaño de la mayoría de muestras, su diseño suele basarse en una selección aleatoria, prestando atención al equilibrio entre las categorías de servicio y su ubicación geográfica.

Tamaño de la muestra: El costo de la medición suele ser alto, debido a los desembolsos por concepto de equipos y mano de obra para su instalación, calibración y la recolección de datos. Por lo tanto, normalmente el tamaño de muestra es bastante pequeña (es decir, de 400 a 2 500).

Frecuencia de las mediciones: No hay una frecuencia ideal para las iniciativas de medición. En un caso, se realizaban todos los años, cada vez por un tipo de edificio diferente. En otro, se efectuaban cada tres años, en paralelo con el ciclo de encuestas de la construcción.

Duración del seguimiento: En todas las iniciativas de medición, la duración del seguimiento es variable, con un mínimo de 1,5 días, para el monitoreo de las fluctuaciones diarias, hasta un máximo de una semana. Es posible distribuir varios períodos de medición a lo largo de un año para rastrear además las fluctuaciones estacionales de consumo. Cuando es alto el costo de los equipos, se puede tomar mediciones alternadas en distintos momentos y en diferentes sitios.

Quiénes realizaron las mediciones y de qué manera: Las mediciones pueden ser tomadas por los auditores de energía y operadores de edificios. En algunos casos, las empresas que suministran la energía también pueden desempeñar un rol activo en la toma de mediciones. En cuanto al consumo eléctrico, es posible utilizar los medidores y registradores de datos existentes. Otros tipos de equipos de medición incluyen los contadores de gas, termómetros, medidores de flujo, etc.

Usos finales de energía cubiertos: Los principales usos finales cubiertos por la medición en el sector de servicios son: calefacción, enfriamiento, calentamiento de agua, iluminación y otros equipos (por ejemplo, equipos de oficina y ventilación). Es posible reunir información de uso final en cada edificio para las diversas categorías de servicio que operan en el mismo.

Fuentes de energía monitoreadas: En los pocos ejemplos recibidos en la encuesta de la AIE, los encuestados identificaron la electricidad como la principal fuente energética a ser monitoreada, seguida por gas natural, petróleo y otros combustibles.

Costo de la medición: Ya que no se presentó suficiente información para preparar un estimativo preciso del costo de la medición en los edificios del sector de servicios, los datos del sector residencial podrían posibilitar un cálculo inicial útil. Los principales factores impulsores son el costo de los equipos y de la mano de obra para su instalación, la toma de las mediciones y la resolución de dificultades técnicas durante el período de seguimiento. Entre los desembolsos adicionales se tiene el diseño de la muestra, el análisis de los datos y su difusión.

Principales desafíos: Los principales desafíos tenían que ver con la instalación de los equipos, que a menudo demora más de lo originalmente programado. Los encuestados señalaron además problemas con la calidad de los datos recopilados y dificultades en la comunicación con los ocupantes o principales contactos en los edificios monitoreados.

Recomendaciones: La etapa de planificación fue crucial para el éxito de los proyectos. Por ejemplo, la participación de los propietarios de los edificios desde la fase de planificación hizo posible mejorar el diseño y acelerar la recopilación de los datos. Uno de los encuestados señaló que el hecho de encargar a la misma empresa repetir las mediciones permitió mantener la coherencia de los datos, y ahorrar tiempo en la capacitación del personal cada año. Con el tiempo, se corrigió los errores y se mejoró la calidad de los datos.

Modelización

La modelización forma parte del proceso de calcular el consumo energético por uso final en el sector de servicios, ya sea por sí mismo o como complemento de los resultados de otra metodología, como por ejemplo una encuesta nacional. Ya que la modelización se basa en los datos ingresados y los supuestos, la calidad y exactitud de los mismos influirán fuertemente en la calidad del producto. Los principales pasos en el trabajo de modelización incluyen la fijación de su marco, el establecimiento de las hipótesis del modelo, el ingreso de los datos, la ejecución del modelo, la validación de su producto frente a los datos y el análisis de los resultados. Los párrafos siguientes se basan en las prácticas presentadas a la AIE respecto a la modelización en el sector de servicios.

Propósito de los modelos: Por lo general, los modelos son utilizados para calcular el consumo energético del sector y de sus diversos usos finales, basados en las características físicas de los equipos, la difusión de los mismos y las pautas típicos de su uso de energía. Al igual que en el caso del sector residencial, los modelos también sirven para la prospectiva, mediante la utilización de series históricas y supuestos macroeconómicos.

Categorías de servicio cubiertas: La mayoría de los modelos ascendentes existentes abarcan las diversas categorías de servicios enumeradas en lo anterior.

Tipo de modelo: En la modelización del sector de servicios se puede aplicar un enfoque descendente, ascendente o mixto. Los modelos descendentes se sirven de variables macroeconómicas e indicadores de precios de la energía para calcular la evolución del consumo energético en el sector, en base a la elasticidad de los precios y los ingresos históricos. Ya que dependen en gran medida de las relaciones establecidas a lo largo de su comportamiento histórico, presuponen la estabilidad de tales relaciones en el tiempo, lo cual supone un mercado energético relativamente estable. Este método puede resultar útil a la hora de elaborar indicadores agregados para cada categoría. La gran mayoría de modelos emplea un enfoque ascendente basado en las tecnologías, desde una sencilla representación estadística del flujo de las existencias de equipos con su respectiva calificación energética, hasta los modelos de ingeniería más sofisticados con los detalles de sus parámetros técnicos y desempeños.

Fuente del modelo: En su mayoría, los modelos son elaborados a la medida, pero algunos son adaptaciones de modelos anteriores. Mediante el aprovechamiento un modelo existente, es posible ahorrar tiempo y aprender de quienes ya han utilizado el mismo. Los modelos descendentes pueden ser desarrollados fácilmente con la ayuda de un utilitario econométrico estadístico, mientras que la creación de un modelo ascendente puede hacer uso de una hoja de cálculo como MS Excel™.

Plazo requerido: Entre las principales etapas en un estudio de modelización se incluyen: el diseño del modelo; el ingreso de los datos; su calibración de acuerdo con los datos históricos nacionales; la actualización periódica de su marco, insumos y supuestos; la validación de los resultados; y el análisis de los datos. Varía el tiempo necesario para su elaboración y calibración adecuada, dependiendo de su complejidad. Si constituye una adaptación de un modelo existente, entonces la fase de diseño consiste únicamente de su actualización en base a los supuestos y datos particulares del caso.

Según lo informado a la AIE, el tiempo necesario para la elaboración de un modelo varía desde una semana hasta ocho meses; su actualización con los nuevos datos toma entre 1 semana y 40 semanas; la verificación y validación de los resultados de 1 a 30 semanas; y el procesamiento de los datos, el análisis de los escenarios y la preparación de los informes demora entre 1 y 30 semanas. Todo el ejercicio de la modelización puede tardar desde pocas semanas hasta unos dos años. Por lo general, suelen establecerse con mucha más rapidez los modelos descendentes que los ascendentes.

Costo: El costo de la modelización es en gran parte función del precio de la mano de obra. En el caso de un modelo descendente (que requiera de unas cuatro semanas de trabajo), un costo promedio podría ser de aproximadamente USD 20,000. Los modelos ascendentes pueden demorar unas pocas semanas hasta casi dos años, por lo que su costo también varía ampliamente.

Frecuencia: En la muestra de la AIE, la mitad de las prácticas de modelización en el sector de servicios se realiza cada año, pero algunas se han efectuado una sola vez. La repetición del ejercicio posibilita mejorar el marco existente con el tiempo.

Insumos principales: Para el caso de los modelos descendentes, basados en variables macroeconómicas, es fácil obtener los datos de las cuentas nacionales por categoría de servicio. Los modelos ascendentes dependen de información como la superficie edificada total, el número de ocupantes, el tipo de sistema de calefacción y su consumo anual de diversos energéticos, el total de equipos en existencia, y el índice de difusión en las diferentes categorías del sector. Esta información puede provenir de los estudios nacionales o del monitoreo de los edificios. En ausencia de datos, es necesario establecer varios supuestos, con el fin de calcular el consumo energético por usos final.

Principales resultados: Si bien los modelos descendentes pueden estimar el consumo energético sólo a nivel de categoría de servicio, los modelos ascendentes sirven para estimar el de los distintos usos finales: calefacción, enfriamiento, calentamiento de agua, iluminación y equipos auxiliares como motores.

La validación de los resultados de modelización: La mayoría de los modelos validan sus resultados con los datos nacionales existentes, tales como los balances energéticos, las estadísticas nacionales de energía o los datos de las empresas de servicio público.

Principales desafíos: En la muestra de informes a la AIE, el mayor desafío fue la falta de datos de entrada. Esto implica que aún es necesario aumentar la cobertura de las prácticas actuales para la recopilación de datos en el sector de servicios. Entre otros desafíos se incluyen el control de calidad y la definición adecuada de los supuestos del modelo.

Recomendaciones: Para garantizar la continuidad de los resultados, se recomienda mantener en el tiempo los ejercicios de modelización. Algunas opciones útiles a ser añadidas incluyen la posibilidad de calcular el potencial para la eficiencia energética en el sector de servicios en base a un conjunto de tecnologías existentes y su valor. También resultaría valioso un estimativo de los costos y barreras ocultas para tener una perspectiva desde la gestión de riesgos antes de emprender programas de eficiencia energética en los edificios.

Qué datos recopilar para el sector industrial y cómo hacerlo

1 ¿Qué significa y qué abarca el sector industrial?

A los efectos de los indicadores de eficiencia energética, el sector industrial se refiere a la fabricación de bienes y productos acabados, como se indica bajo “industrias manufactureras” en las Recomendaciones Internacionales sobre Estadísticas Energéticas (IRES) de las Naciones Unidas. La industria excluye la generación *upstream* de energía, las refinerías y la distribución de electricidad, gas y agua. En comparación con el sector industrial en los balances energéticos de la Agencia Internacional de Energía (AIE), también excluye a la extracción de materias primas y la construcción. Por lo tanto, los subsectores industriales considerados para los indicadores de eficiencia son: hierro y acero¹; química y petroquímica; metales no ferrosos; minerales no metálicos; equipos de transporte; maquinaria; alimentos y tabaco; papel, pulpa e impresión; madera y derivados; textiles y cuero; y otras industrias no especificadas de otra forma.

Como se muestra en el IRES, cada uno de estos subsectores incluye una serie de actividades económicas, en base a las categorías generales de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU). En el Anexo B se describe los límites del sector industrial tal y como éste se define en el presente manual, en relación con el CIIU².

En términos de consumo energético, el sector industrial abarca el conjunto de actividades que emplean energía en las industrias (para la generación de electricidad y calor para los procesos productivos y para la operación de las instalaciones). Excluye las relacionadas con el transporte, como por ejemplo el consumo del parque vehicular de una empresa y los usos no energéticos de los combustibles: cantidades no quemadas sino utilizadas como materia prima, tales como nafta para los plásticos, el gas natural para la producción de amoníaco, el asfalto para las carreteras, etc.

1. Tenga en cuenta que para los fines de los indicadores de eficiencia energética, el sector hierro y acero también incluye la energía utilizada y transformada en los respectivos procesos de transformación (por ejemplo, coquerías y altos hornos); se excluye todo uso no energético de los combustibles.

2. Según la División de Estadísticas de las Naciones Unidas, hay 422 sistemas de clasificación diferentes en más de 118 países a nivel mundial, entre ellos por actividad, por producto y por gasto. Sin embargo, muchos países procuran alinearse con clasificaciones internacionales como la de CIIU de las Naciones Unidas o la de NACE en Europa. Para las actividades económicas, el referente es el código CIIU de la ONU, seguido por el sistema europeo NACE para la mayoría de países de Europa. Aunque la mayoría de los países pueden vincular su sistema nacional con los internacionales, todavía existen algunas desviaciones y puede resultar difícil alinear algunos sectores para fines de armonización o comparación.

Preguntas y respuestas:

P1. ¿Cómo se clasifica el consumo energético de las oficinas en un sitio industrial?

Es muy difícil separar el consumo de las oficinas al interior de los establecimientos industriales donde se da la producción. Por lo tanto, es práctica común clasificar dicho consumo como industrial. Sin embargo, el de la matriz, dedicada únicamente a actividades de oficina, deben ser asignadas a la categoría correspondiente del sector servicios.

P2. ¿Cómo contar las empresas con múltiples actividades?

Algunas empresas grandes participan en diversas actividades económicas que corresponden a diferentes sectores. En estos casos, el IRES recomienda dividirla en varios establecimientos, siempre que esto posibilite identificar unidades menores y más homogéneas para las cuales se puede recopilar la energía de manera significativa.

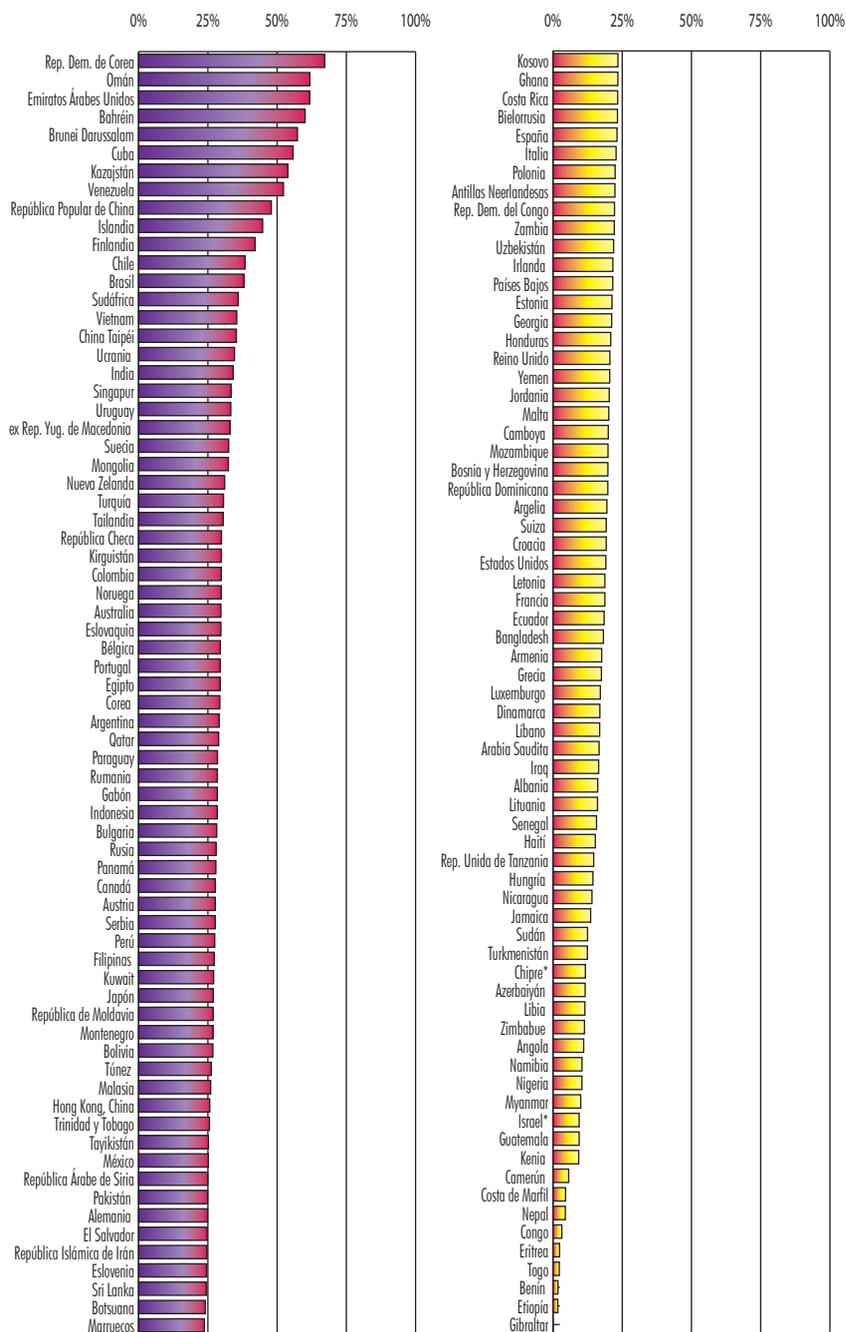
P3. ¿Por qué no se incluye las actividades de transporte en el sector industrial?

Los indicadores de eficiencia energética para la industria se centran en la eficiencia de los procesos de manufactura, por lo que los combustibles utilizados para el transporte no deben ser incluidos en este sector. El análisis de la eficiencia del transporte puede ser realizado por separado en base a los datos de actividad y de consumo energético general del sector transporte.

P4. ¿Por qué el uso no energético de los combustibles es excluido de los indicadores de eficiencia energética?

Los combustibles utilizados como materia prima no son pertinentes para controlar la eficacia del uso de energía en determinado proceso productivo. Sin embargo, sus montos pueden servir para estudiar el potencial de ahorro, ya que representan fracciones significativas de las cantidades de combustibles suministradas a la industria, especialmente al sector químico y petroquímico.

Figura 6.1 • Participación del sector industrial del consumo final total de países selectos (2011)



Nota: Salvo otra indicación, las tablas y figuras del presente capítulo son obtenidas de los datos y análisis de la AIE.

* Véase el Anexo F.

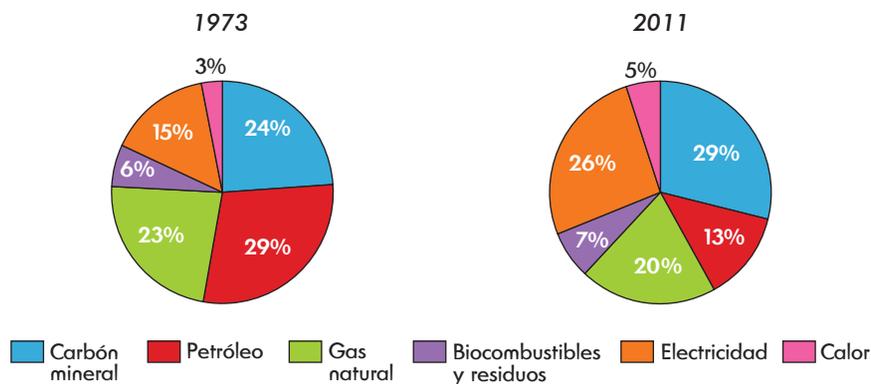
2 ¿Por qué es importante el sector industrial?

A nivel mundial, la industria representa más de la cuarta parte del consumo final total (CFT) de energía, frente a un tercio en el año 1973. Como es el caso en otros sectores, esta proporción varía mucho entre países, en función del nivel de desarrollo industrial y la intensidad del sector en la economía. En la Figura 6.1 consta el peso relativo del sector industrial en el consumo final total en el año 2011 en más de 130 países, en base a los datos recopilados por la Agencia Internacional de Energía (AIE).

Por un lado, en un conjunto de países en desarrollo con sectores industriales limitados, éste puede representar menos del 10% de CFT. Por otro lado, en países cuya economía se basa en un sector industrial mayor, este porcentaje podría ser mayor al 30%. Sin embargo, estos datos deben ser utilizados con precaución, como indicio preliminar del peso del sector industrial frente a otros sectores en cada país. Por ejemplo, algunos países enfrentan dificultades para proporcionar datos completos por sector.

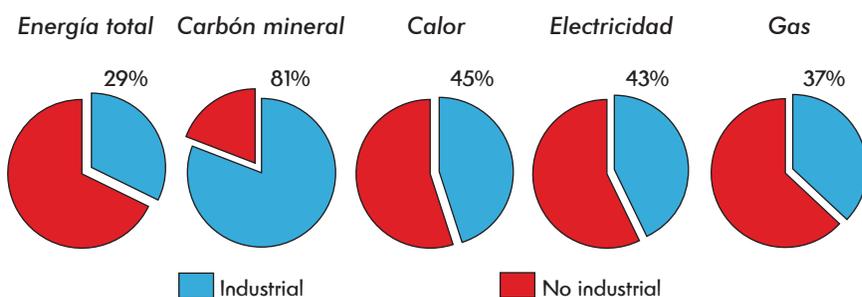
A nivel mundial, las mayores fuentes de energía para el consumo industrial son: carbón mineral (29%), electricidad (26%) y, en menor medida, gas natural (20%). El petróleo fue dominante en 1973 (29%), pero disminuyó significativamente su cuota al 13% en el año 2011 (Figura 6.2), mientras que el carbón mineral aumentó su participación al 29% a lo largo de los años. El petróleo y la electricidad muestran dos tendencias opuestas: la cuota de petróleo cayó más del 50% entre 1973 y 2011, mientras que la proporción de la electricidad casi se duplicó durante el mismo período. Al igual que en los sectores residencial y de servicios, así como en la generación de electricidad, existe una fuerte voluntad de reducir la participación del petróleo en el sector industrial. El uso de la electricidad crece rápidamente en la industria, debido al aumento de los procesos eléctricos.

Figura 6.2 • Proporciones de diversas fuentes energéticas en el consumo total del sector industrial



Por supuesto, estas acciones varían mucho entre los distintos países, en función de sus estructuras y dotaciones naturales. Por ejemplo, las acciones de gas o de carbón mineral pueden ser mucho mayores para los países ricos en esas fuentes de energía. El carbón mineral es dominante en algunos países de Asia, mientras que el gas domina el consumo sectorial en algunos países de Oriente Medio, pero también en Canadá y Estados Unidos, entre otros.

Figura 6.3 • Proporción del sector industrial en el CFT mundial para fuentes de energía seleccionadas (2011)



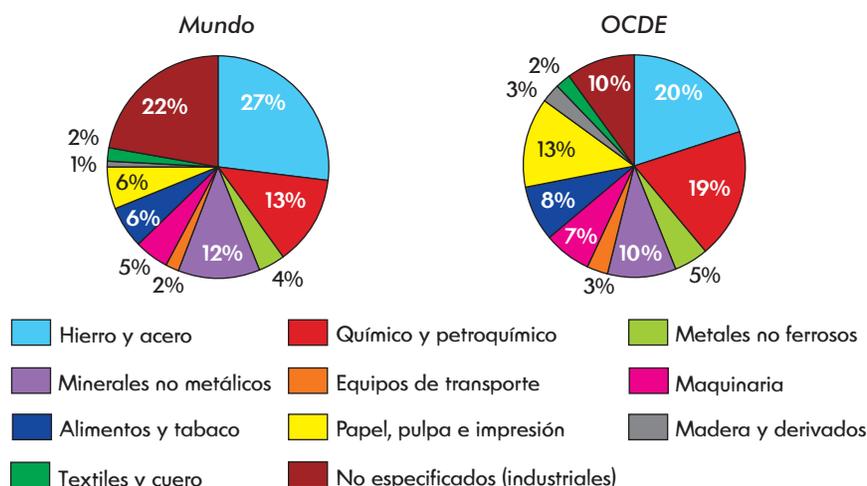
El sector industrial representa más del 80% del consumo final mundial de carbón mineral, impulsado principalmente por los subsectores de hierro y acero; más del 40% del CFT de electricidad y calor; y alrededor de un tercio del CFT del gas natural (Figura 6.3). Obviamente, estas proporciones medias de los combustibles no son representativas de todos los países. Por ejemplo, la industria ocupa casi el 70% de la electricidad en el consumo final de la República Popular de China, impulsado por los subsectores de intensivos en la utilización de la electricidad; y más del 70% del consumo final de gas natural en países como Brasil, Indonesia y México. La industria representa una menor proporción del consumo final de carbón mineral en países que también utilizan el carbón mineral en el sector residencial, como por ejemplo Irlanda, Turquía y Polonia.

Muchas industrias de gran consumo (hierro y acero, cemento, etc.) ya han participado en programas de ahorro energético, ya que la energía suele representar gran parte de sus costos de producción, por lo que invierten en tecnologías de bajo consumo para volverse competitivos. Por otra parte, a menudo la legislación de los gases de efecto invernadero (GEI) y la contaminación local, obliga a las industrias a tornarse más limpias y más preocupadas por la energía. A través de normativas ambientales más estrictas, los formuladores de políticas también tienen un papel esencial que desempeñar en la reducción del consumo energético del sector. Y, como en el caso de los sectores anteriores, las empresas de servicios públicos energéticos también pueden ayudar a que las industrias promuevan medidas y acciones de eficiencia energética con el fin de reducir la carga pico.

3 ¿Cuáles son los principales subsectores que impulsan el consumo industrial?

Aunque en los sectores residencial y de servicios, los indicadores de eficiencia energética se calculan para cada uso final, tales como la calefacción, la iluminación, etc., en el sector industrial son calculados por subsector. Esto se debe a que el principal uso final de una industria es el proceso de producción en sí, por lo que se observan grandes diferencias entre subsectores.

Figura 6.4 • Desglose del consumo industrial del año 2011 por subsector para el mundo y la OCDE



Según datos de la AIE y aunque aproximadamente un cuarto del consumo industrial no se puede asignar a ningún sector específico debido a limitaciones en los datos, los mayores sectores de consumo son: hierro y acero; química y petroquímica; papel, pulpa e impresión; minerales no metálicos (que incluye la producción de cemento); y alimentos y tabaco. En la Figura 6.4 constan las proporciones por subsector para el mundo y para los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Sin embargo, estas proporciones pueden variar drásticamente de un país a otro, dependiendo de las circunstancias. Por ello se recomienda examinar de cerca el balance energético para identificar los principales subsectores de consumo. Al priorizar la recopilación de datos para el sector industrial, los mayores esfuerzos deben centrarse en los subsectores que más consumen dentro de cada país.

A continuación consta una breve descripción de los subsectores, como se indica al principio del capítulo. En el Anexo B se describe brevemente los diferentes subsectores en relación con las categorías de la CIIU.

Dada la complejidad del sector industrial, el seguimiento de la eficiencia energética en sus subsectores requiere de una buena comprensión de sus distintas tecnologías y

procesos. Por lo tanto, para obtener una descripción más técnica de dichos subsectores, por favor refiérase a la AIE (2007) y el manual complementario AIE (2014).

Hierro y acero

El subsector de hierro y acero se refiere a la fabricación de productos básicos de hierro y acero (Grupo CIIU 241) y la fundición de hierro y acero (Clase CIIU 2431), dentro de la fabricación de metales comunes (CIIU División 24). El acero es producido por dos procesos: a partir del mineral de hierro, o una combinación de mineral de hierro y desechos, utilizando hornos básicos de oxígeno (BOF); o a partir de productos de desecho reciclados, utilizando hornos de arco eléctrico (EAF)³. La eficiencia energética de una planta de hierro y acero es determinada en gran parte por el tipo de proceso y por la cantidad de chatarra que ingresa. Para los fines de los indicadores energéticos, los insumos al hierro y acero también incluyen el consumo en coquerías y altos hornos, pero no debe contener subproductos del proceso (por ejemplo, gas de coquería, gas de alto horno y gas de horno de oxígeno básico), que son vendidos y no utilizados en el sitio. El subsector de hierro y acero depende en gran medida del carbón mineral y la electricidad como fuente energética. En algunos casos, el gas natural es utilizado para producir hierro de reducción directa (DRI), y el carbón vegetal también se emplea como insumo en el subsector.

Química y petroquímica

La química y petroquímica se refiere a la fabricación de sustancias químicas y sus derivados, entre ellos fertilizantes, plásticos y caucho sintético (CIIU División 20), así como los farmacéuticos y productos químicos y botánicos medicinales (CIIU División 21). En este subsector se utiliza cantidades significativas de combustibles como materia prima: petróleo para los químicos intermedios como etileno, propileno, benceno, etc.; gas natural para el amoníaco, metanol y otros; e incluso la biomasa. Sin embargo, los combustibles empleados como materias primas no se incluyen en el análisis de los indicadores de eficiencia energética.

Aunque este subsector es muy complejo en cuanto al número de productos generados, un importante proceso común es el craqueo a vapor de diversas materias primas, con un surtido variable de intensidades energéticas en función de la materia prima. Este subsector depende en gran medida del petróleo y gas natural, como materias primas y energéticos. Entre otras fuentes están la electricidad y, en algunos casos, el calor químico.

Metales no ferrosos

Los metales no ferrosos se refieren a la fabricación de metales preciosos y otros no ferrosos básicos (CIIU grupo 242), así como la fundición de metales no ferrosos como aluminio, cobre, magnesio, titanio, zinc, etc. (CIIU Clase 2432), dentro de la fabricación de metales básicos (CIIU División 24). Uno de los mayores consumidores de energía en el subsector es la producción de aluminio, ya sea derivado a partir de minerales o del reciclaje de desperdicios y desechos, que dependen en gran medida de la electricidad.

3. En AIE (2005) y AIE (2007) constan descripciones esquemáticas de los procesos físicos asociados con la producción de hierro y acero.

Minerales no metálicos

Los minerales no metálicos se refieren a la CIU División 23, incluida la fabricación de vidrio y sus derivados, así como de productos minerales no metálicos como los cerámicos, las tejas y otros artículos de arcilla cocida al horno, el cemento y el yeso. El mayor consumidor de energía en el subsector es la manufactura de cemento, que comprende un proceso sumamente intensivo de la transformación de una materia prima (como la piedra caliza) en “clinker”, más un proceso menos intensivo de mezclar aditivos al clinker para formar el cemento. En función del contenido de agua en la materia prima, el proceso de producción del clinker puede ser “húmedo” o “seco”, siendo el primero de mucho mayor consumo energético que el último. En años recientes, se ha intentado eliminar paulatinamente los hornos húmedos ineficientes para utilizar únicamente el proceso seco. Actualmente, uno de los procesos más eficientes es el precalentador o precalcinador de tipo cinco-seis⁴. En la producción de cemento, también se puede emplear sustitutos del clinker, tales como cenizas volantes y escoria de acero.

Equipos de transporte

Los equipos de transporte hacen referencia a la fabricación de vehículos motorizados, remolques y semirremolques (CIU División 29), así como otros equipos de transporte como buques, aeronaves, ferrocarriles, etc. (CIU División 30).

Maquinaria

La maquinaria se refiere a la fabricación de productos metálicos elaborados (CIU División 25); productos informáticos, electrónicos y ópticos (CIU División 26); equipos eléctricos (CIU División 27); y máquinas y equipos (CIU División 28).

Alimentos y tabaco

Alimentos y tabaco se refiere a la fabricación de productos alimenticios (CIU División 10), bebidas (CIU División 11) y mercancías de tabaco (CIU División 12). Este sector es particularmente heterogéneo, ya que abarca gran número de actividades como el procesamiento de carne, la preservación del pescado, la producción de vinos, la fabricación de cigarrillos, etc., con una enorme variedad de productos físicos relacionados.

Madera y productos madereros

Madera y productos madereros se refiere a la fabricación de madera, de bienes de madera y corcho, a excepción de los muebles, y de artículos de paja y materiales trenzables (CIU División 16).

4. El precalentador consiste de una serie de ciclones verticales a través de los cuales pasa la harina cruda y entra en contacto con gases calientes arremolinados que se mueven en la dirección opuesta. Un horno puede tener hasta seis etapas de ciclones con temperaturas más altas obtenidas mediante un aumento de la recuperación de calor en cada etapa. El precalcinador es un sistema anterior al horno rotatorio en el proceso de fabricación de cemento, donde calcina la mayoría de la piedra caliza, tornando más energoeficiente el proceso.

Tabla 6.1 • Ejemplos de procesos típicos o tipos de productos en determinados subsectores industriales

Subsector	Proceso/tipo de producto	Subproducto
Hierro y acero	Horno de oxígeno básico (BOF) Horno de Arco Eléctrico (EAF) Hierro de reducción directa (DRI)	
Químico y petroquímico	Etileno Propileno Benceno, tolueno, xileno (BTX) Amonio Metanol Butadieno	
Metales no ferrosos	Aluminio Cobre	Bauxita Alúmina Primarios Reciclados
Minerales no metálicos	Cemento Arcilla, ladrillo y azulejo Cerámicas de construcción Vidrio Cal	Clinker (húmedo y seco) Cemento
Pulpa, papel e impresos	Pulpa Papel recuperado Papel y cartón	Pulpa química Pulpa mecánica Papel de uso doméstico y sanitario Papel prensa Papel para impresión y escritura Papel de envoltura y embalaje, cartón

Papel, pulpa e impresión

Papel, pulpa e impresión se refiere a la fabricación de papel y sus derivados (CIIU División 17), así como las artes gráficas y la reproducción de soportes grabados como libros, periódicos, etc. (CIIU División 18). En este subsector, la actividad que más energía consume es la producción de pulpa y papel, la cual supone una serie de procesos como la producción química o mecánica de pulpa, y el reciclaje y la fabricación de papel. Por lo general, la manufactura de pulpa y papel ocupa grandes cantidades de residuos de biomasa para sus propias necesidades energéticas. En realidad, las fábricas químicas de pulpa individuales también pueden constituirse en productores netos de energía.

Textiles y cuero

Textiles y cuero se refiere a la fabricación de textiles (CIIU División 13), de prendas de vestir (CIIU División 14), y de productos de cuero y conexos (CIIU División 15).

Industrias no especificadas en otra parte

Las industrias no especificadas en otra parte, hace referencia a la elaboración de productos de caucho y plástico (CIU División 22), la fabricación de muebles (CIU División 31) y otra manufactura (CIU División 32). Esta categoría también suele ser utilizada para asignar el consumo cuando no se dispone de los datos desglosados.

El sector industrial es sumamente complejo, por lo que el monitoreo de la eficiencia de energía exige un conocimiento detallado de sus diversos procesos y tipos de producto. En la Tabla 6.1 consta una lista de procesos seleccionados y tipos de productos relacionados con los distintos subsectores industriales, sin que pretenda ser exhaustiva. En el documento complementario AIE (2014) o AIE (2007) se proporciona mayores informes sobre los distintos subsectores.

4 ¿Qué indicadores son los más utilizados?

Dependiendo de la disponibilidad de datos, se puede elaborar indicadores muy desglosados o quedar en un nivel muy general como para tener sentido en los análisis de eficiencia, pero que aún así arroje información útil del sector. Entre los indicadores más agregados se incluyen, por ejemplo, la participación del sector industrial en el CFT, o el consumo total de la industria por valor añadido. Aunque permiten comparaciones muy generales (y a menudo engañosas) entre países, así como la descripción de su evolución en el tiempo, no pueden considerarse indicadores de eficiencia energética. Para que tengan sentido como tales, se requiere de datos más desglosados por energético y por actividad, como se describe en los siguientes párrafos para un subsector industrial genérico.

Al igual que en los demás sectores de uso final, en el sector industrial en general y cada uno de sus subsectores, es posible definir indicadores en forma piramidal desde el nivel más general (como la participación de un subsector en el consumo total) hasta el más detallado (como el consumo por producto físico de cada tipo). Cuanto más ancha sea la pirámide, mayores detalles requiere. En el presente enfoque piramidal, se han utilizado tres niveles: el nivel 1 es el más agregado y el nivel 3 el más detallado. Por otra parte, por razones de simplificación, se han asignado a cada indicador un breve código para identificar el uso final y el nivel del indicador.

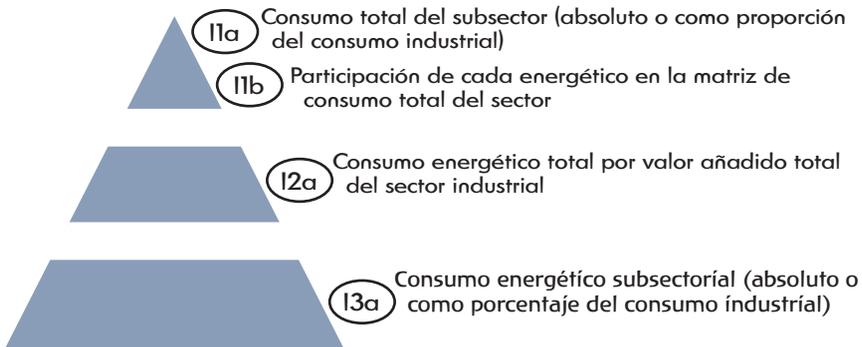
Los indicadores que empiezan con "I" corresponden al sector industrial, y con "IS" a un subsector industrial genérico, que podrían ser de hierro y acero, aluminio, alimentos, etc. El uso de la segunda letra "S" difiere de los otros capítulos, en los cuales hubo una sola letra, debido a la multiplicidad de subsectores industriales. El número que sigue se refiere al nivel de desagregación, siendo 1 el más general y 3 el más detallado. La función principal del tercer carácter, una letra, es la de diferenciar entre indicadores del mismo nivel. A modo de ejemplo, el indicador (IS2b) es de segundo nivel para un subsector industrial genérico (IS) (en ese caso en particular, el consumo energético del subsector por valor añadido).

Total del sector industrial

De modo similar a los sectores residencial y de servicios, la pirámide del sector industrial se basa en datos agregados por energético y por actividad.

El nivel más general se refiere al consumo energético total en el sector industrial, en términos absolutos o como la proporción del CFT (I1a), y a la participación de cada energético en la matriz de consumo total del sector (I1b). Estos dos indicadores, sin ser intensidades, dan una idea general del consumo sectorial y posibilitan una comparación inicial entre países, así como una valoración preliminar de la importancia de los distintos subsectores y fuentes de energía.

Figura 6.5 • Pirámide de indicadores en el sector industrial



En el segundo nivel, la pirámide muestra una intensidad del sector en general, calculada dividiendo el consumo energético para el valor añadido (I2a). Aunque la energía consumida en el sector no se correlaciona estrictamente con valor añadido, este indicador ofrece una primera aproximación de la intensidad global del sector y sus tendencias (como el crecimiento industrial). Obviamente tiene un gran influjo el peso relativo de los diversos subsectores industriales – aquellos con un consumo energético mayor (como el hierro) o menor (como el oro) por valor añadido.

Debido a la falta de homogeneidad en la producción de los diferentes subsectores industriales, no se puede proponer una intensidad por unidad de producto físico para toda industria, sino sólo a nivel subsectorial, para los subsectores que tengan una producción física homogénea. Sólo el valor añadido puede constituir una base común para una aproximación inicial entre subsectores. Es importante en este caso utilizar el valor añadido en moneda constante para evitar la introducción de un sesgo causado por las fluctuaciones del mercado monetario.

El tercer nivel de la pirámide se refiere al consumo energético de cada subsector, como total o como porcentaje del consumo industrial (I3A). De hecho, corresponde a la parte superior de la pirámide subsectorial genérica descrita en el siguiente apartado.

En el caso de cada uno de los elementos de esta pirámide sectorial, es fácil obtener información energética a partir de los balances energéticos nacionales y los datos

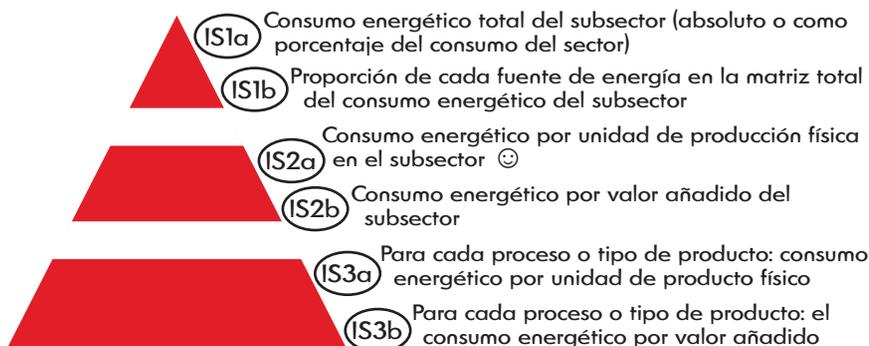
por actividad en las cuentas nacionales. Sin embargo, hay que prestar mucha atención a la congruencia entre las definiciones y coberturas de los subsectores en las cuentas energéticas y nacionales.

Subsectores industriales

La siguiente pirámide genérica puede ser aplicada a cada uno de los subsectores industriales, tales como hierro y acero, producción de pulpa y papel, etc., para estudiar sus pautas de consumo energético, una vez identificada la respectiva producción principal, sus procesos y tipos de productos. **El indicador preferido para cada subsector está marcado con una carita feliz (☺).**

En el primer nivel, el indicador de la parte superior (IS1a) es el consumo total del subsector, expresado en términos absolutos o como porcentaje de todo el sector. Este indicador describe el peso absoluto y relativo del subsector respecto al sector industrial y arroja un primer acercamiento a la relevancia del subsector en términos de posibles ahorros de energía. El segundo indicador de nivel 1 (IS1b) es la participación de cada energético en la matriz total de consumo subsectorial, nuevamente, aunque no se trata de una intensidad, sí describe la dependencia relativa de diferentes fuentes de energía en el consumo subsectorial.

Figura 6.6 • Pirámide de indicadores en los subsectores industriales



En el segundo nivel se propone dos indicadores: el consumo por unidad de producto físico (IS2a) y el consumo por valor añadido (IS2b). Tenga en cuenta que (IS2a) sólo tiene sentido cuando la producción es homogénea, como el acero crudo. Algunos subsectores que tienen una producción heterogénea, como las plantas petroquímicas, posiblemente tengan que depender exclusivamente de la intensidad por valor añadido (IS2b), o pasar al siguiente nivel de detalle con datos por tipo de producto. **Cuando sea pertinente, el indicador preferido para un subsector dado es el consumo energético por unidad de producción física.** Para el control de la intensidad en cada subsector, es esencial conocer en detalle la tecnología o el proceso empleado. En el análisis de la validación de los datos (Capítulo 8), se ofrece algunos indicios de los rangos en los subsectores más intensivos, basados en los datos recopilados por la AIE sobre algunos países.

En el tercer nivel, los dos indicadores propuestos son los mismos que en el nivel 2, sino que hacen referencia a determinado proceso de producción o tipo de producto, en lugar del subsector en su conjunto: consumo por unidad de producción física (IS3a) y por valor añadido (IS3b) para cada proceso subsectorial o tipo de producto. Por ejemplo, en el sector de hierro y acero, (IS2a) sería el consumo energético por unidad de producción de acero bruto, mientras que (IS3a) estaría integrada por indicadores como el consumo por unidad de acero producido por BOF o por EAF, etc. Tales indicadores de nivel de proceso son de mayor interés para los análisis de la eficiencia energética, pero aún así son limitados cuando la producción es heterogénea en el mismo establecimiento, debido una falta general de datos disponibles o por la dificultad de asignar un consumo energético a valores específicos de producción física. Tengamos en cuenta que (IS3b) sólo tiene sentido cuando es posible definir un valor añadido, lo cual es más probable en el caso de un tipo de producto (como amoníaco) que de un proceso (como el cemento seco). En todo caso, para los fines del análisis de la eficiencia energética, siempre se recomiendan los indicadores basados en la producción física.

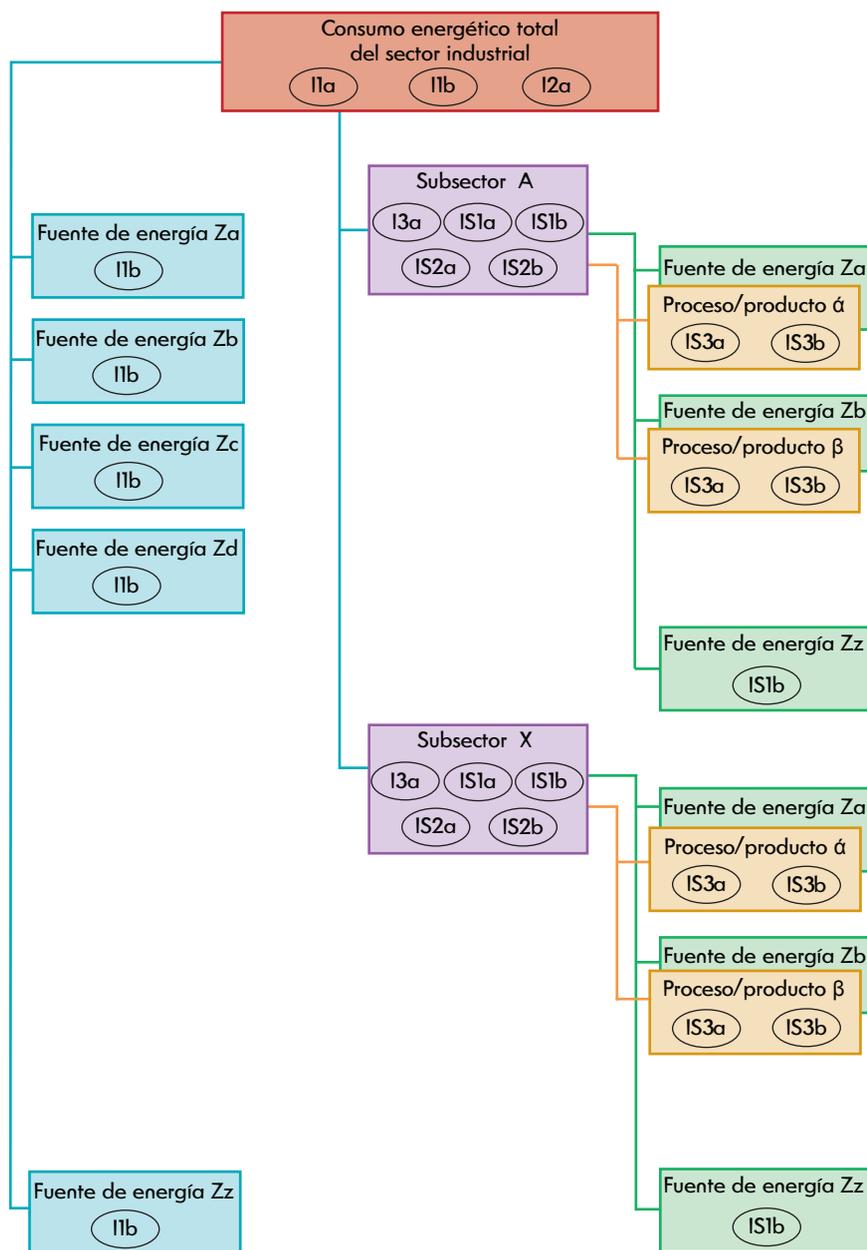
En la Tabla 6.2 se resume los principales indicadores empleados en el sector industrial, exceptuando los de nivel 1. Éstos no son verdaderos indicadores de eficiencia energética ni tampoco de intensidad energética, y sólo muestran la importancia absoluta o relativa de un uso final en la matriz sectorial o de energía total.

Para cada indicador de nivel 2 y 3, en la tabla se indica el nombre, su cobertura (general o por tipo) y los datos por energético y por actividad a ser utilizados. En la penúltima columna se señala el código numérico del indicador, y en la última se coloca una carita feliz para indicar que es el indicador preferido para determinado uso final.

Tabla 6.2 • Lista resumida de los indicadores más comunes para los datos del sector industrial

Indicador	Cobertura	Datos energéticos	Datos por actividad	Código	Indicador recomendado
Consumo energético por unidad de producto físico	Subsector	Consumo energético total del subsector	Producción física por subsector	IS2a	☺
	Tipo de proceso o producto	Consumo energético total por tipo de proceso o producto	Producción por tipo de proceso o producto	IS3a	
Consumo energético por unidad de valor añadido	Subsector	Consumo energético total del subsector	Valor añadido por subsector	IS2b	
	Tipo de proceso o producto	Consumo energético por tipo de proceso o producto	Valor añadido por tipo de proceso o producto	IS3b	

Figura 6.7 • Diagrama de flujo agregado de los datos de consumo energético requeridos para los indicadores de eficiencia energética en el sector industrial



5 Datos subyacentes detrás de los indicadores

Los principales datos requeridos para los indicadores de los distintos niveles presentados en las secciones que anteceden, son resumidos en la Figura 6.7 sobre los datos del consumo energético y en la Figura 6.8 sobre los datos por actividad. En cuanto a otros sectores de uso final, la clave para el establecimiento de indicadores industriales consiste en asegurar la congruencia de los límites y las definiciones de los datos por energético y por actividad.

Datos de consumo energético

Consumo energético total del sector industrial: Es el total de energía utilizada por el sector industrial en su conjunto, en todos sus subsectores. Abarca todo tipo de energético primario y secundario, como carbón mineral, electricidad, derivados de petróleo, gas natural, biocombustibles, residuos, calor, fuentes renovables, etc. Su valor absoluto corresponde a (I1a); sirve de denominador en (I1b) y de numerador en (I2a).

Consumo fuente de energía total del sector industrial por energético Z: Es el consumo total de determinada fuente de energía en todo el sector industrial, tal como el consumo eléctrico entre distintos subsectores de fabricación. Sirve para obtener las diversas proporciones descritas por (I1b).

Consumo energético total del subsector industrial A: Es la energía total utilizada por determinado subsector industrial, como hierro y acero, alimentos y tabaco, etc. Incluye todas las fuentes de energía. En la pirámide genérica, corresponde a (I3A); en cualquiera de las pirámides subsectoriales es (IS1a) y sirve de denominador para (IS1b) y de numerador para (IS2a) y (IS2b).

Consumo energético del subsector industrial A con fuente de energía Z: Es el consumo total de una fuente de energía determinada en un subsector industrial dado, como por ejemplo el consumo de carbón mineral en el subsector de hierro y acero. Sirve de numerador en (IS1b).

Consumo energético del proceso o producto subsectorial de tipo α : Es el consumo total de un proceso subsectorial determinado, como por ejemplo la producción de hierro BOF al interior del subsector de hierro y acero, o la producción de pulpa química dentro del subsector de papel, pulpa e impresión. Abarca todas las fuentes de energía y sirve de numerador en (IS3a) y (IS3b).

Datos por actividad

Valor añadido⁵

Valor total añadido de la industria: Es el valor añadido total del sector industrial, que representa su grado de aporte al producto interno bruto (PIB). Sirve de denominador para el indicador (I2a). Es muy importante que la definición de los

5. Para conocer las fuentes de valor añadido y otros datos macroeconómicos, consulte el Recuadro 5.2 en el capítulo sobre el sector servicios.

límites para el valor añadido total de fabricación coincide con el de los datos de consumo energético correspondiente. En general, se recomienda el uso de dólares (US\$) y las paridades del poder adquisitivo (PPA)⁶ para hacer comparaciones entre países.

El valor añadido del subsector industrial A: Es el valor añadido de determinado subsector industrial, que representa su grado de aporte al PIB. Sirve de denominador para el indicador (IS2b).

Valor añadido del tipo α de proceso o producto en el subsector A industrial: Es el valor añadido de determinado tipo de proceso o producto industrial en el subsector A, que representa el grado de aporte al PIB de la fabricación del producto. En este nivel de desagregación, es más probable que se pueda definir un valor añadido para un tipo de producto (como el amoníaco en el subsector petroquímico) que para un proceso (como el hierro BOF). Sirve de denominador para el indicador (IS3b).

Producto físico

Producto de un subsector A: Es el total de la producción física de un subsector determinado (por ejemplo, la cantidad de acero producido en el sector de hierro y acero), generalmente medido en volumen o masa, dependiendo del producto. Estos datos se usan como un denominador en (IS2a).

Producción de un tipo α de proceso o producto en el subsector A del sector industrial: Es la producción física total de determinado tipo de proceso o producto subsectorial, como por ejemplo la cantidad de acero BOF en el subsector de hierro y acero, la cantidad de amoníaco en el subsector petroquímico, etc.), que generalmente se mide en volumen o masa, dependiendo del producto. Sirve de denominador en (IS3a).

En la Figura 6.8 constan los datos de actividad requeridos para los indicadores de eficiencia a nivel subsectorial y de proceso. Sin embargo, hay que destacar una vez más que pueden surgir dificultades si el producto de un subsector determinado no es homogéneo y no puede ser resumido. Sólo los datos referentes a un procedimiento o producto físico específico pueden ser combinados con los respectivos datos de consumo energético para la elaboración de indicadores de eficiencia energética que tengan sentido.

En la Tabla 6.3 se presenta una visión general de las principales fuentes y metodologías que suelen utilizarse en la recopilación de los datos necesarios para la elaboración de los indicadores presentados en la sección anterior. En el resto de esta sección se describen las metodologías individuales.

6. La paridad del poder adquisitivo (PPA) es la tasa de conversión de divisas que igualan el poder adquisitivo de las diferentes monedas mediante la eliminación de las diferencias de precio entre países. En su forma más sencilla, la PPA es simplemente la relación entre los precios de unos mismos productos o servicios en las monedas nacionales en distintos países.

Figura 6.8 • Diagrama de flujo agregado de los principales datos por actividad requeridos para los indicadores de eficiencia energética en el sector industrial

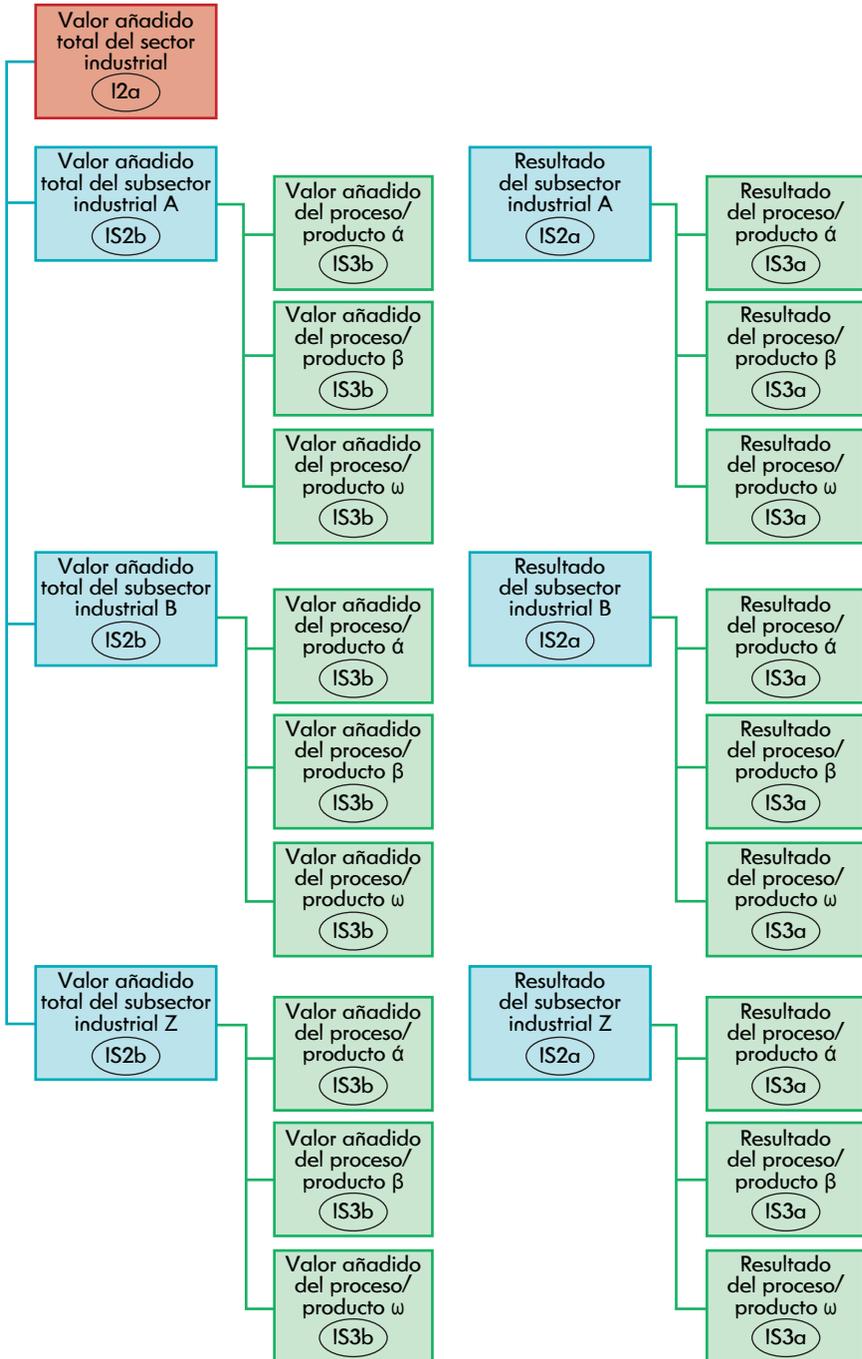


Tabla 6.3 • Resumen de las variables requeridas para los indicadores industriales y ejemplos de posibles fuentes y metodologías

Datos	Fuente	Metodología
Datos energéticos		
Consumo total del sector industrial	Balance energético nacional	Fuentes administrativas
Consumo total del subsector	Balance energético nacional Empresas de servicio público	Fuentes administrativas
Consumo de procesos por subsector	Fabricantes Asociaciones industriales*	Auditoría a nivel de instalación Mediciones Encuestas
Datos por actividad		
Valor añadido	Direcciones nacionales de estadísticas Cuentas nacionales Fuentes internacionales**	Fuentes administrativas
Producción por subsector	Fabricantes Asociaciones industriales*	Mediciones Encuestas
Producción por tipo de proceso o producto	Fabricantes Asociaciones industriales*	Auditoría a nivel de instalación Encuestas
Equipos	Fabricantes Asociaciones industriales*	Fuentes administrativas Encuestas

* En el Recuadro 6.1 constan algunos ejemplos de asociaciones industriales.

** Por ejemplo, en el Anuario Internacional de Estadísticas Industriales, publicado por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), se incluye estimativos mundiales de valor añadido, entre algunas variables adicionales, para las actividades económicas de la CIU, etc.

6 ¿Cómo recopilar los datos?

Dentro de la muestra de informes a la AIE, la encuesta nacional constituye la metodología más utilizada en la recopilación de datos industriales. La modelización se realiza a menudo para consolidar los datos y extrapolar entre las encuestas anuales. En algunos casos, también sirven para calcular los datos de sectores insuficientemente representados o no incluidos en las encuestas. En cuanto a los datos por actividad, en varios países se aprovechan las fuentes administrativas.

En las siguientes secciones se describe las cuatro metodologías para la recopilación de datos, tal y como son aplicadas al sector industrial, en base a las prácticas reportadas a la AIE.

Fuentes administrativas

Los datos administrativos ya son recopilados de forma independiente en el país, bien sea por los organismos gubernamentales o por otras organizaciones nacionales o internacionales. Muchas entidades dependen de las encuestas nacionales y

estadísticas energéticas existentes para calcular los indicadores de eficiencia energética.

La siguiente descripción de las fuentes administrativas para el sector industrial se basa en la muestra de prácticas recibidas por la AIE. Además, el Recuadro 6.1 se enumera una selección de organizaciones nacionales o internacionales que podrían proporcionar información útil sobre los subsectores industriales.

Finalidad de la recopilación de datos administrativos: Muchas organizaciones aprovechan los datos administrativos existentes, tales como las estadísticas energéticas nacionales, para calcular el consumo energético del sector y sus subsectores, y para recopilar los balances energéticos. Otras utilizan estas fuentes para elaborar además los indicadores de intensidad, por ejemplo por unidad de producto físico, o para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero o los rendimientos, orientados especialmente hacia un subsector industrial específico. En algunos casos, la recopilación de datos administrativos es impulsada por la necesidad de monitorear la eficiencia de la industria, cuando lo exige la legislación nacional. Las fuentes administrativas (por ejemplo, las estadísticas de las cuentas nacionales) también son utilizadas para recopilar información de valor añadido.

Datos recopilados: Son principalmente los de consumo energético, a menudo por fuente de energía, para uno o varios subsectores. Cuando se busca además obtener indicadores, se incluye la producción física entre los datos recopilados.

Fuentes: Las fuentes más comunes son las entidades gubernamentales y las empresas de servicio público en materia energética. Las asociaciones industriales en varios subsectores son una buena fuente adicional de datos nacionales y mundiales por actividad. Algunos ejemplos son el Instituto Internacional del Aluminio, la Asociación Mundial del Acero, la Iniciativa de Sostenibilidad del Cemento del Consejo Empresarial Mundial, y la Confederación de Industrias Papeleteras Europeas.

Costo asociado con los datos administrativos: En la mayoría de los casos, es posible disponer de los datos administrativos sin costo directo para las organizaciones. Únicamente dos organizaciones señalaron que debían pagar por los datos administrativos, una de las cuales comentó el alto costo de obtener datos del sector industrial. Incluso sin costos directos, los indirectos surgen de la serie de trámites requeridos: la investigación de fuentes existentes, la negociación de acuerdos de transferencia y el uso de los datos, y la transferencia de los mismos a un formato adecuado para su uso.

Principales desafíos: Uno de los mayores desafíos asociados con la recopilación de datos administrativos, es el tiempo y esfuerzo que requiere, incluida la necesidad de cultivar relaciones con los proveedores de la información y transferirla a un formato adecuado. Varios de los encuestados mencionaron como problemas la definición de los límites de algunos de los subsectores, los datos incompletos y la confidencialidad.

Encuestas

En la muestra de prácticas presentadas a la AIE, la encuesta es la metodología más utilizada en la recopilación de datos en el sector industrial. La siguiente descripción se basa en una muestra de 29 presentaciones sobre el encuestado en el sector.

Cuadro 6.1 • Fuentes internacionales de los datos de la industria

En esta sección se enumera una selección de organizaciones que proporcionan datos por subsector industrial, bien sea a nivel mundial, regional o nacional. Los datos son reunidos a partir de sus miembros, los cuales pueden ser empresas, representantes de asociaciones industriales nacionales, o países. Esta lista es meramente indicativa y de ninguna manera pretende ser exhaustiva.

Química y petroquímica

La **Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (IFA)** representa a la industria mundial de fertilizantes con miembros en más de 85 países. Una de sus misiones principales es la recopilación de datos primarios de mercado. Su base de datos contiene estadísticas históricas de producción, comercio y consumo de fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos por país/región⁽¹⁾.

Solomon Associates Inc. creó en la década de los '90 el primer sistema internacional de benchmarking de amplia utilización para las unidades de craqueo del etileno. A las empresas que participan en el benchmarking se les pide completar una encuesta detallada sobre el desempeño de sus unidades, incluido su consumo energético, de forma semestral. Participa en la encuesta más de la mitad de las industrias de craqueo en el mundo, lo que representa más de dos tercios de la capacidad total de producción.

IHS Chemical es una empresa particular de consultoría que recoge y mantiene una extensa base de datos mundial para cinco grupos químicos importantes, compuestos de aromáticos y fibras, olefinas y derivados, plásticos y polímeros, clorocalinos y vinilos, y metanol y acetilos⁽²⁾.

Hierro y acero

La **Asociación Mundial del Acero** es una asociación industrial internacional que abarca el 85% de la producción mundial de acero. En su publicación *World Steel Statistics* se encuentran datos mensuales y anuales sobre la producción de acero crudo, hierro BOF y hierro de reducción directa⁽³⁾. En su anuario *Steel Statistical Yearbook* constan estadísticas detalladas de producción a nivel de país para un amplio abanico de productos de hierro y acero.

Además, varias asociaciones regionales proporcionan estadísticas detalladas de producción para su región o país, entre ellas la **Asociación Europea del Acero (Eurofer)**,⁽⁴⁾ el **American Iron and Steel Institute**⁽⁵⁾ y el **Japan Iron and Steel Federation**⁽⁶⁾.

Cemento

La **Cement Sustainability Initiative (CSI)** es una iniciativa mundial integrada por 24 de los principales productores de cemento que operan en más de 100 países. La CSI gestiona la base de datos "*Getting the Numbers Right*" para el dióxido de carbono (CO₂) e información sobre el rendimiento energético de la industria cementera mundial⁽⁷⁾.

Cembureau, la Asociación Europea del Cemento, publica la revista *World Statistical Review*, con información sobre la producción, importación, exportación y consumo total por persona del cemento por país a nivel mundial⁽⁸⁾.

El *US Geological Survey* ofrece las estadísticas de la producción mundial del cemento en forma mensual y anual⁽⁹⁾.

Pulpa y papel

La **Confederación de Industrias Papeleras Europeas** publica anualmente las principales estadísticas de Europa, recopiladas a partir de sus asociaciones nacionales miembros. Dichas estadísticas abarcan la producción, el consumo, las exportaciones, las importaciones y el consumo energético en el sector, así como la recuperación, el comercio y la utilización del papel recuperado⁽¹⁰⁾.

La **Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)** recopila estadísticas mundiales de la capacidad anual de producción, importación/exportación, producción y consumo de pulpa y papel, así como datos sobre la recuperación, el comercio y la utilización del papel recuperado⁽¹¹⁾.

RISI mantiene una amplia base de datos mundial de las plantas de celulosa y papel, en la que se incluye información de capacidad, oferta, demanda, precios, importaciones, exportaciones, y costos de producción⁽¹²⁾.

Aluminio

El **International Aluminium Institute (IAI)** es una asociación internacional de la industria, cuya membresía cubre más del 60% de la producción mundial de bauxita, alúmina y aluminio. El sistema estadístico del IAI arroja datos regionales sobre la producción y capacidad de aluminio primario y alúmina, así como la intensidad energética y el consumo energético para la fundición primaria de aluminio, la intensidad energética y el consumo de combustibles para el refinado de alúmina, y las estadísticas sobre las emisiones de fluoruro y perfluorocarbonos⁽¹³⁾.

(1) <http://www.fertilizer.org/ifa/ifadata/search>.

(2) <http://www.ihs.com/products/chemical/index.aspx>.

(3) <http://www.worldsteel.org/statistics/statistics-archive.html>.

(4) <http://www.eurofer.org/Facts%26Figures/Crude%20Steel%20Production/All%20Qualities.rpg>.

(5) <http://www.steel.org/en/About%20AIS/Statistics.aspx>.

(6) <http://www.jisf.or.jp/en/statistics/>.

(7) <http://www.wbcscement.org/index.php/key-issues/climate-protection/gnr-database>.

(8) <http://www.cembureau.be/world-statistical-review-2001-2010>.

(9) <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cement/>.

(10) <http://www.cepi.org/topics/statistics>.

(11) <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=626&lang=en#&ncor>.

(12) <http://www.risinfo.com/pages/product/pulp-paper/historical-data.jsp>.

(13) <http://www.world-aluminium.org/statistics/#data>.

Propósito de las encuestas: El propósito fundamental de las encuestas en el sector industrial es el seguimiento del consumo energético en el tiempo, combinado en muchos casos con el de la producción física y el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero. En algunos casos, las encuestas sirven además para valorar la eficiencia de los procesos en el sector y apoyar a los países en su diseño y evaluación de programas y políticas.

Subsectores cubiertos: En la mayoría de los países se recopila información sobre todos los subsectores industriales, mientras que en otros se apunta únicamente a los más importantes, tales como hierro y acero, cemento, aluminio, o pulpa y papel.

Diseño de la muestra: Los países recopilan datos industriales por medio de una combinación de los censos del sector y las encuestas por muestreo. Los grandes subsectores que incluyen pocas instalaciones, tales como celulosa y papel, cemento, aluminio, y hierro & acero, pueden ser valorados empleando el método del censo. En el caso de los subsectores más heterogéneos, como muebles o alimentos, este tipo de enfoque sería sumamente engorroso y costoso. Por lo tanto, un muestreo estratificado sería más práctico, aunque su inconveniente es la posible introducción de errores de muestreo.

Se requiere de un diseño adecuado para elegir una muestra representativa del país. Muchas asociaciones industriales incluyen a la totalidad de sus miembros, ya que el intercambio anual de actividades y datos energéticos suele ser una de las condiciones de membresía. En los subsectores que cuentan con numerosas instalaciones y una heterogeneidad de productos, el tamaño de la muestra normalmente se basa en el número de empleados, el volumen mínimo de producción, el promedio mínimo de consumo energético por día, o el valor añadido acumulado.

Entre las fuentes para la selección de la muestra, se incluyen los directorios de los miembros de la industria, las listas de las agencias tributarias, otras encuestas nacionales que ya reúnen datos del mismo subsector de fabricación, y los registros de empresas.

Tamaño de las muestras: El tamaño de las muestras varían significativamente entre los encuestados, desde 100 o menos para las encuestas dirigidas a un subsector específico, hasta varios miles (hasta 150,000) para las orientadas al conjunto de subsectores industriales. En algunos casos, la cobertura es total, mientras que en otros se basa en un muestreo estratificado. El tamaño de la muestra oscila entre el 1% al 100% de la población objetivo, con un promedio de aproximadamente un tercio de la misma.

Los países deben establecer desde inicios del proceso la cota de incertidumbre aceptable en las encuestas estratificadas. Típicamente, las muestras de gran tamaño se correlacionan con niveles menores de error (alta precisión), pero a costos mayores.

Frecuencia: La mayoría de las encuestas industriales nacionales se aplica de manera anual y algunos se realizan cada dos o tres años. Mediante la iteración regular de las encuestas, se asegura un mejor seguimiento de las tendencias en la producción industrial y el consumo energético.

Incentivos para la encuesta: En más de la mitad de los casos, las encuestas son obligatorias y de éstas, sólo un tercio acarrea sanciones. Entre otros métodos se

incluyen los recordatorios repetidos y la insistencia en encuestados individuales según la jurisdicción. En algunos casos, se ofrece a los encuestados incentivos no monetarios, como por ejemplo la promesa de un informe final que contenga el conjunto de respuestas.

Encuestados: En la mayoría de los casos, las respuestas procedieron directamente de las instalaciones operativas, en otros provienen de los establecimientos (como una oficina matriz que represente a múltiples instalaciones), y en un caso llegaron de los auditores de energía.

Porcentaje de respuestas: El porcentaje de respuestas varía del 20% al 100%, siendo mayor al 80% en más de la mitad de los casos. Esta proporción suele ser mayor cuando se involucran las asociaciones industriales, en las cuales participan y reportan sus datos la totalidad de sus miembros.

Métodos de recopilación: En la mayoría de los casos hubo la opción de responder en forma escrita o a través del Internet o correo electrónico. Aunque la mayoría de las encuestas incluyeron los formularios impresos como medio para la recopilación de datos, algunas dependían enteramente del Internet. Además, en un par de casos se añadió las entrevistas presenciales. Los portales Web dedicados a la recopilación de datos van ganando popularidad frente a los métodos impresos, debido a la posibilidad de verificar automáticamente los datos y evitar los errores que supone el ingreso manual de la información.

Tiempo para completar la encuesta: En función del número de preguntas, los encuestados tomaron entre 15 minutos y nueve horas, con un promedio de dos horas, en completar la encuesta. Podría ser necesario más tiempo para reunir toda la información necesaria en un solo sitio.

Elementos recopilados: En todos los casos, la recopilación de datos abarcó el consumo energético total, y con frecuencia el consumo por fuente principal de energía. En varios casos, también se incluyó el volumen de producción, con la ventaja de garantizar la misma definición de los límites de los datos por energético y por actividad a la hora de calcular los indicadores de eficiencia energética donde era importante asegurar su coincidencia. A veces se incluyó otros elementos como los usos no energéticos (materias primas); el aprovechamiento de energía para varios usos finales como motores, calderas o iluminación; y la edad de los equipos del sistema. Por lo general, los datos recopilados eran más detallados en las encuestas dirigidas a un subsector específico, con el propósito de analizar no sólo las pautas de consumo energético en sentido global, sino también en varias etapas del proceso, su intensidad, las respectivas emisiones, etc.

Cuestionarios – longitud y formato: Varía la extensión de los cuestionarios desde un par de páginas hasta más de 50. Los administradores buscan siempre un equilibrio adecuado entre su longitud, la profundidad de la información recopilada y la carga de trabajo para el encuestado. En algunos países se argumentó que los cuestionarios deben ser lo más cortos posible para disminuir la carga de responder. Sin embargo, la experiencia demuestra que en una encuesta industrial con un promedio de 50 páginas, se puede lograr un índice de respuestas del 80%.

Tiempo necesario para diseñar y aplicar la encuesta y procesar los datos: El tiempo necesario para completar el proceso de una encuesta, es función de su complejidad, cobertura y diseño general. Varía de unas ocho semanas a más de

cuatro años, con un promedio de 36 semanas. La extensión media de las diferentes fases fue de 6 semanas para el diseño, 18 semanas para la aplicación, 12 semanas para el procesamiento de datos y 6 semanas para la difusión de los resultados.

Costos relacionados con las encuestas: En términos absolutos, el costo de una encuesta puede variar desde los US\$ 10,000 hasta más de US\$ 2 millones y refleja su relativa complejidad, el nivel de detalle de los datos y el tiempo de diseño y ejecución. Su valor también se relaciona fuertemente con la mano de obra necesaria, que varían mucho de un país a otro.

Según versiones de los encuestados en la muestra de solicitudes recibidas por la AIE, la fase de ejecución representa la mayor proporción del costo total, seguida por el procesamiento de datos y el diseño de la encuesta.

Principales desafíos de las encuestas: Los desafíos más comúnmente identificados eran las encuestas incompletas, la mala calidad y congruencia de las respuestas y, en menor medida, el bajo índice de contestación. Los motivos de la mala calidad fueron el desconocimiento de la terminología, del mercado energético y del sector industrial, la rotación del personal y, en términos más generales, la falta de recursos necesarios para procesar y reportar los datos también por parte del encuestado.

Es imperativo escoger cuidadosamente a la persona que responderá la encuesta, no sólo por razones de continuidad, sino también para asegurar que sea completada correctamente. Asimismo, se obtendrá respuestas de mayor calidad si se garantiza su continuidad y documentación apropiada por el lado del encuestado. Adicionalmente, su periodicidad incide en la calidad de los datos, como acotó uno de los encuestados que el aumentar la frecuencia a un ciclo bienal fomentaría “la continuidad en el conocimiento institucional y entre los encuestados y el resto del personal”.

Posibles mejoras: Como se ha mencionado, para poder llenar la encuesta correctamente, es esencial que los encuestados estén familiarizados con la terminología y los mercados energéticos. El hecho de pasar de los impresos a un formato electrónico también podría mejorar el número y la calidad de las respuestas. La interfaz del Internet, aunque represente una mayor inversión inicial, puede reducir costos en el largo plazo, ya que posibilitaría la detección inmediata de errores o interrupciones en las series, y ahorraría el valor del ingreso de los datos. Según su nivel de complejidad, como por ejemplo el cruce de diferentes fuentes, tales aplicaciones podrían servirse de sofisticados sistemas personalizados o simples las hojas de cálculo con macros incorporados.

Entre otras posibles mejoras se incluye la ampliación del tamaño de la muestra, la realización de entrevistas presenciales, el aumento de la frecuencia de las encuestas para fomentar su continuidad; y el asegurar una buena comunicación con las distintas partes interesadas, o simplemente el hacer hincapié desde un inicio en el carácter obligatorio de la encuesta. Algunos países propusieron un grupo de trabajo, integrado por miembros de entidades interesadas como ministerios, centros de investigación e industrias, para analizar las maneras de mejorar las encuestas y la calidad de los datos.

Preguntas y respuestas:

P5. ¿Por qué una interfaz de Internet mejoraría la calidad general de las encuestas?

Una interfaz de Internet aseguraría una mejor calidad de las respuestas debido a la función automática de comprobación de errores e incoherencias; su navegación más fácil para los encuestados; la posibilidad de incorporar cálculos para referencia del encuestado; el ahorro de recursos y eliminación de errores en la digitación de los datos; y además, si está habilitado, el “benchmarking” en tiempo real con otros encuestados.

Medición

En el sector industrial, a menudo se realiza la medición en el contexto de una auditoría energética, que constituyen el análisis y la evaluación detallados del uso de energía. Tienen varios objetivos, tales como optimizar los costos de energía, controlar la contaminación, o mejorar las prácticas operativas en un sistema dado. Además representan modos eficaces de seguimiento y valoración de las oportunidades de eficiencia energética en una instalación determinada.

Las auditorías energéticas, más que un enfoque sencillo y fácil, constituyen un estudio integral de una instalación, incluido el análisis de cada una de sus entradas y salidas de energía. Suelen ser realizadas durante un período prolongado por profesionales, tales como ingenieros, que poseen un profundo conocimiento de las operaciones del sector industrial. Además de tomar mediciones, los auditores de energía se basan en varias fuentes, incluidas las facturas de energía, en su recopilación de los datos de una instalación.

En la muestra de prácticas presentadas a la AIE, una sola abarcaba la medición industrial, específicamente para el subsector de hierro y acero. Posiblemente el índice reducido de respuestas se debió a problemas de confidencialidad en el sector industrial. Las siguientes secciones, basadas en dichas prácticas, no deben ser tomadas como descripción general de la metodología, aunque sí pueden resultar muy pertinentes para los países en el diseño de una campaña de medición.

Propósito de la medición: Los objetivos del ejercicio de medición fueron el de calcular la eficiencia global de una planta y el de optimizar la utilización de los combustibles en una instalación, en base a mediciones energéticas en diversas etapas del proceso, así como su uso como materias primas.

Diseño y tamaño de la muestra: La muestra incluyó a todos los miembros de la asociación de hierro y acero, o todos los productores de acero en Japón que aceptaron presentar los datos.

Frecuencia: Este ejercicio de medición es realizado cada año, aunque no hubo información sobre la duración del período de seguimiento.

Quiénes tomaron las mediciones y de qué manera: Fueron tomadas por los auditores de energía con equipos de medición de alta tecnología, a fin de recopilar datos de buena calidad.

Elementos medidos: Se obtuvo datos sobre el uso de energía en las diversas fases de producción; la generación y pérdida de calor; la eficiencia de los procesos de combustión; los resultados de la producción en las diversas etapas de una planta; y los usos no energéticos de las materias primas.

Fuentes de energía monitoreadas: Todas las fuentes de energía fueron valoradas en el ejercicio de medición: petróleo y derivados, gas natural, carbón mineral, energía comprada y autogenerada, energía generada a partir de renovables, energía de la biomasa, y fuentes alternativas como los residuos industriales, material plástico y residuos de aceite.

Costo de las mediciones: Las mediciones, o las auditorías energéticas por instalación, es probable que sean el método más costoso para la recopilación de datos. Por lo tanto, no son empleadas con mucha frecuencia, a pesar de la gran cantidad de información que pueden generar para el ahorro de energía.

Recomendaciones: Se destacó como recomendación importante la de asegurarse de tomar medidas en base a la mejor tecnología disponible.

Cuadro 6.2 • “Benchmarking” en el sector industrial

Los datos promedios nacionales no tienen en cuenta las variaciones en el rendimiento de las plantas al interior del país. Por tanto, se requiere de actividades de benchmarking y/o auditoría para complementar el enfoque de los indicadores y comprender mejor el uso de energía en la industria. El benchmarking es una metodología empleada por numerosas industrias para evaluar la eficiencia energética de sus procesos respecto a las mejores prácticas, por lo general dentro de su propio sector. En “*Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions*” (AIE, 2007) se encuentra una visión general de las diversas iniciativas de benchmarking en el sector industrial.

En algunas industrias se realizan estudios regulares y detallados de *benchmarking* energético, en base en los datos proporcionados por las empresas que operan las plantas. Normalmente, estos estudios son efectuados en forma general, sin identificar plantas individuales, por motivos de defensa de la competencia. Suelen ser estudios confidenciales y las actividades de *benchmarking* limitadas a los principales productores de los países industrializados.

Esto puede crear un sesgo a favor de las plantas más eficientes, que sobrestima la eficiencia energética media de la industria. El *benchmarking* suele centrarse en plantas que tengan los mismos procesos industriales y similar calidad de producto. Por tanto, no es adecuado para la evaluación de ciertas opciones de mejora, tales como la integración de procesos, la sustitución de materias primas, el reciclaje, o la recuperación de energía a partir de desechos. Las mismas advertencias se aplican al *benchmarking* y los indicadores; los resultados son influenciados por las decisiones metodológicas. Muchas industrias siguen realizando importantes esfuerzos para ampliar y mejorar el *benchmarking* internacional.

Modelización

Al igual como en los demás sectores, la modelización es un componente primordial de los cálculos energéticos para el sector industrial. Puede ser utilizada por sí sola o como complemento de otros medios para la recopilación de datos, principalmente – pero no exclusivamente – para los estimativos del consumo energético. Entre los pasos esenciales se incluyen la fijación de su marco, la formulación de sus hipótesis, el ingreso de los datos, la ejecución del modelo, la validación de sus productos frente a los datos y el análisis de sus resultados. Las siguientes secciones se fundamentan en las siete prácticas reportadas a la AIE en materia de la modelización en el sector industrial.

Propósito del modelo: En el sector industrial, los modelos sirven para calcular las pautas de consumo energético, a veces en conjunto con las emisiones de gases de efecto invernadero, en uno o más de sus principales subsectores. Otros propósitos son la generación de indicadores más detallados, tales como la eficiencia de los procesos en varias etapas de producción, o la difusión tecnológica. Cuando son utilizados como complemento de una encuesta existente, los estudios de modelización sirven para reducir las variaciones causadas por errores de muestreo. Con los modelos también se puede pronosticar el consumo energético a raíz de las tendencias históricas.

Algunos trabajos de modelización pueden ampliarse aún más para incluir el impacto de eventuales políticas respecto a la tributación del carbono u otras medidas normativas. Los modelos que detallan los flujos en los procesos industriales, pueden servir para valorar posibles cambios de combustible y la evolución tecnológica en determinado subsector industrial.

Subsectores incluidos: En muchos casos, los ejercicios de modelización abarcan el conjunto de sectores de fabricación, pero algunos estudios específicos, en particular los efectuados por las asociaciones industriales, pueden estar orientados hacia un solo subsector clave.

Tipo de modelo: Al igual que en los demás sectores, la modelización industrial puede seguir un enfoque descendente basado en las variables macroeconómicas, en ausencia de datos detallados del uso final de la energía, o ascendente cuando se conocen las entradas de energía y los flujos de salida en los diversos subsectores de fabricación. En la mayoría de las prácticas reportadas a la AIE se aplica el método ascendente para representar con mayor fidelidad las propiedades físicas del sector industrial. En algunos casos, el modelo ascendente de ingeniería incluye detalles a nivel de proceso y difusión tecnológica al interior de los principales subsectores industriales.

Fuente del modelo: La mayoría de los modelos son elaborados a la medida, pero en algunos casos pueden derivarse de modelos existentes. El aprovechamiento de un modelo existente tiene las ventajas del ahorro de tiempo, y la posibilidad de aprender de quienes aplican el mismo modelo. Los modelos descendentes son de fácil elaboración mediante el software estadístico econométrico existente, mientras que los modelos ascendentes pueden ser generados utilizando hojas de cálculo electrónicas.

Validación de los resultados: La mayoría de los encuestados validaban los resultados de sus modelos con tales referencias nacionales de estadísticas

energéticas como los balances energéticos oficiales del país. En otros casos, los estudios de modelización fueron arbitrados por otros expertos. La realización anual de los ejercicios de modelización, como se ha hecho en varios casos, garantiza la continuidad de los resultados actualizados.

Tiempo requerido: La elaboración de un modelo robusto supone una serie de pasos, tales como el diseño del marco, su actualización con los datos y supuestos, la verificación y validación de los resultados, y finalmente el análisis de éstos. En función de la complejidad, su desarrollo puede tomar entre uno y nueve meses cuando se basa en un modelo existente sin necesidad de alteraciones, mientras que todo cambio adicional al modelo y a sus versiones modificadas podría tardar de 2 a 30 semanas. Asimismo, de acuerdo con las respuestas recibidas, la actualización del modelo con nuevos datos y supuestos podría requerir de 2 a 15 semanas más. Se calcula que la verificación y validación del modelo con las estadísticas o los balances energéticos nacionales puede demorar de tres a cinco semanas. Aunque según los informes recibidos el análisis toma de dos a tres semanas, es posible que esta parte requiera de más tiempo, ya que puede estar entrelazada con la actualización de los datos y supuestos.

Además, puede haber desembolsos posteriores de mantenimiento, tales como el precio de las licencias o los honorarios de consultoría para la permanente actualización del modelo. El costo laboral asociado con la elaboración de un modelo deseado, marcará una diferencia en su valor final.

Frecuencia: Los organismos nacionales que realizan estudios de modelización industrial, suelen actualizarlos en forma anual, mientras que las asociaciones internacionales o los centros de investigación tienden a hacerlo con menos frecuencia.

Principales insumos: Varían los datos y supuestos ingresados al modelo en función de la complejidad de éste y su carácter descendente o ascendente. En la modelización industrial, es común el uso de una combinación de variables macroeconómicas con pautas históricas del índice de crecimiento en las variables sectoriales. Obviamente, si el modelo ha de ser utilizado con fines prospectivos, se requerirá de supuestos respecto a la futura evolución del sector.

Entre los insumos más comunes se incluye el volumen histórico de la producción en determinados subsectores industriales, la tasa de crecimiento proyectada e histórica del sector, los factores de conversión energética y el consumo industrial de combustibles. Otros insumos son los precios históricos de la energía y la evolución de tecnologías y procesos, así como los supuestos sobre tecnologías y capacidades, las posibilidades de intercambiar combustibles y los flujos en los procesos industriales.

Principales resultados: Para la mayoría de los encuestados, los principales resultados de la modelización fueron los estimativos del consumo energético total para cada subsector industrial y de las respectivas emisiones de GEI. Los modelos capaces de realizar proyecciones tomaron un paso más allá para proyectar el crecimiento en la producción industrial y el consumo energético correspondiente. También es posible utilizar los modelos de ingeniería ascendentes para la valoración de flujos de energía detallados en las distintas etapas del proceso productivo en determinado subsector; estos modelos también pueden ser diseñados para estudiar la difusión tecnológica en el subsector.

Principales retos: El obtener buenos resultados de la modelización, depende estrictamente de la calidad de sus datos y supuestos. El principal desafío identificado por la mayoría de encuestados es la carencia de datos de entrada. Los encuestados señalaron además problemas de control de la calidad de datos existentes y retos asociados con los supuestos y definiciones de los datos. También se acotó la falta de una buena documentación de la modelización, lo que demuestra que dicha documentación desempeña un rol esencial en el desarrollo de buenos datos energéticos para las series históricas.

La falta de datos de entrada señala una clara necesidad de realizar regularmente las encuestas nacionales. Sin datos nacionales continuos y fiables, será imposible evaluar el progreso y el potencial de las opciones de políticas.

Principales recomendaciones: Entre las recomendaciones se incluyen los procedimientos de diseño para calcular el consumo energético en subsectores industriales no cubiertos por las encuestas debido a estar éstas limitadas al número mínimo de empleados. Otras recomendaciones se refieren al aumento del detalle de los modelos industriales para incluir información sobre los costos de inversión y los precios energéticos, mayores detalles tecnológicos de las ramas industriales de interés e información sobre el ciclo de vida útil de los equipos, y además un tratamiento coherente de las incertidumbres.

Una recomendación más general hace referencia al compromiso de la organización de asignar recursos a los modelos en curso y a la capacidad de modelización. Un modelo que arroja buenos resultados podría tomar hasta 15 años de trabajo en equipo y de reajuste a las tecnologías más actualizadas.

Qué datos recopilar para el sector de transporte y cómo hacerlo

1 ¿Qué significa y abarca el sector de transporte?

En el marco de los balances energéticos y los indicadores de eficiencia energética, el sector de transporte abarca el uso de la energía para el transporte de las personas (transporte de pasajeros) y las mercancías (transporte de mercancías) en toda actividad económica o sector de uso final (residencial, servicios, etc.). Por lo tanto, al tratarse de los indicadores de eficiencia energética, el transporte no está vinculado a ninguna actividad económica específica¹. Por ejemplo, entre los consumos energéticos para el transporte se incluye el uso de combustible en los coches particulares, los parques automotores de las empresas, los trenes, los camiones que transportan mercancías, los navíos y aeronaves locales, etc.

A los efectos de los indicadores de eficiencia energética, el sector de transporte cubre únicamente el transporte dentro del territorio nacional, excluido el consumo internacional del bunker de aviación y marino. El consumo en el sector de transporte excluye además los combustibles entregados para su uso fuera de la carretera y en los motores estacionarios, así como el consumo militar, el transporte por tuberías y el transporte no especificado en otra parte, incluso si estas actividades son importantes en algunos países.

En los balances energéticos nacionales, el transporte suele ser desagregado en cuatro subsectores: vial, ferroviario, de aviación interna y de navegación nacional. Estos cuatro subsectores también sirven para la elaboración de los indicadores de eficiencia energética. Sin embargo, ya que los indicadores de eficiencia energética para el transporte se centran exclusivamente en el transporte al interior del territorio nacional, por motivos de simplicidad, la navegación nacional puede llamarse “transporte marítimo” por analogía con el transporte vial y ferroviario, y la aviación nacional se puede llamarse “transporte aéreo”. Es esta la terminología que será utilizada en el presente manual.

Por otra parte, en algunos análisis y publicaciones, el transporte vial, ferroviario, aéreo y marítimo, así como los diferentes tipos de vehículos utilizados en cada caso, se denominan indistintamente “modalidades” de transporte. Para mantener la coherencia entre los capítulos, en el presente manual se emplea el término “subsector” para el nivel superior de agregación (por ejemplo, vial), y el de “modalidad/tipo de vehículo” para el nivel menor de desagregación (por ejemplo, los vehículos livianos).

1. Siguiendo las Recomendaciones Internacionales sobre Estadísticas Energéticas (IRES) de la ONU, el transporte incluye “el consumo de combustibles y electricidad en el transporte de mercancías o personas entre puntos de partida y destino al interior del territorio nacional, sin importar el sector económico en el cual se desarrolla la actividad.”

De hecho, cada subsector se caracteriza por diversas modalidades/tipos de vehículo. Por ejemplo, en el transporte vial se incluye los coches, los vehículos utilitarios deportivos (SUV), las camionetas particulares, las motocicletas y los autobuses de pasajeros y los vehículos comerciales y de carga para el transporte de mercancías. En cada subsector, es muy importante para los fines de los indicadores de eficiencia energética el distinguir entre los dos segmentos de pasajeros y mercancías, ya que son impulsados por factores muy diferentes. En la Tabla 7.1 a continuación en este capítulo, consta un esquema más amplio de los segmentos, subsectores y tipos de vehículos.

Preguntas y Respuestas

P1. ¿El sector de transporte abarca todas las modalidades de transporte?

No, en los análisis de eficiencia energética, el transporte abarca únicamente aquellas modalidades que utilizan la energía comercial. Como consecuencia de ello, no incluye el ciclismo, el senderismo o la navegación a vela, por ejemplo, pese a que estas modalidades podrían representar actividades importantes en términos de pasajeros-kilómetro (pkm).

P2. ¿Qué pasa si el consumo en el transporte se cuenta dos veces en otros sectores económicos (residencial, servicios, etc.)?

Como se mencionó en los capítulos sobre los sectores residencial y de servicios, el consumo energético de estos sectores no debe incluir ningún consumo relacionado con el transporte en los mismos (viajes diarios desde y hacia el lugar de trabajo, etc.). Por lo tanto, el consumo del transporte debe ser reportado exclusivamente en el sector de transporte.

P3. ¿Se incluye en el sector de transporte el consumo energético al interior de las estaciones de tren, los aeropuertos y los puertos marítimos?

Puesto que únicamente los combustibles consumidos en el transporte deben ser incluidos dentro del sector de transporte, el consumo en las infraestructuras, como por ejemplo el petróleo utilizado en la calefacción de una estación, un terminal, una bodega, etc., deben ser excluidos y reportados en las respectivas categorías de servicios. Además, los combustibles utilizados por las compañías aéreas para sus vehículos terrestres deben ser excluidos del consumo de la aviación.

P4. ¿Se incluye el transporte internacional en los análisis de eficiencia energética?

Cuando el transporte cruza las fronteras nacionales, es sumamente difícil atribuir el consumo energético a un único país. Por lo tanto, en un análisis de la eficiencia energética de un país se considera únicamente el transporte interno. Sin embargo, el transporte internacional aporta grandemente al consumo energético y las emisiones del transporte mundial. Si se efectúa un análisis de la eficiencia energética del transporte internacional, se debe considerar el mismo tipo de indicadores y enfoques que en el transporte nacional para el transporte aéreo o marítimo internacional, y también el transporte ferroviario o vial internacional. Para este fin, algunas de las instituciones internacionales que recopilan información mundial sobre las actividades por el modo de transporte, podrían considerarse fuentes administrativas pertinentes. En el Recuadro 7.2 consta una lista corta y abreviada de las mismas.

P5. ¿Qué es el “turismo de gasolinera” y cómo debe ser tratado?

El concepto del “turismo de gasolinera” se refiere a los consumidores de los países vecinos que cruzan las fronteras para comprar combustible a un precio menor, lo cual influye de manera significativa en la venta nacional total de combustibles. Por lo general, debido a las grandes diferencias en precios, suele tener efectos muy visibles en aquellos países donde el consumo interno no es muy grande. En estos casos, las estadísticas nacionales de consumo basadas en la venta de combustibles, no coincidirían con los datos nacionales de la actividad de transporte. Existen prácticas de estimación del tránsito transfronterizo mediante las cuales se ajusta los datos antes de calcular los indicadores de eficiencia energética. En el “Handbook on Statistics on Road Traffic” (UNECE, 2007), se ilustra una práctica nacional basada en el recuento de los vehículos que cruzan la frontera y las entrevistas a los conductores en las estaciones de servicio. También ayuda a dimensionar el fenómeno la recopilación y comparación de los datos de precios entre los dos países.

P6. ¿Cómo se contabiliza el tránsito transfronterizo?

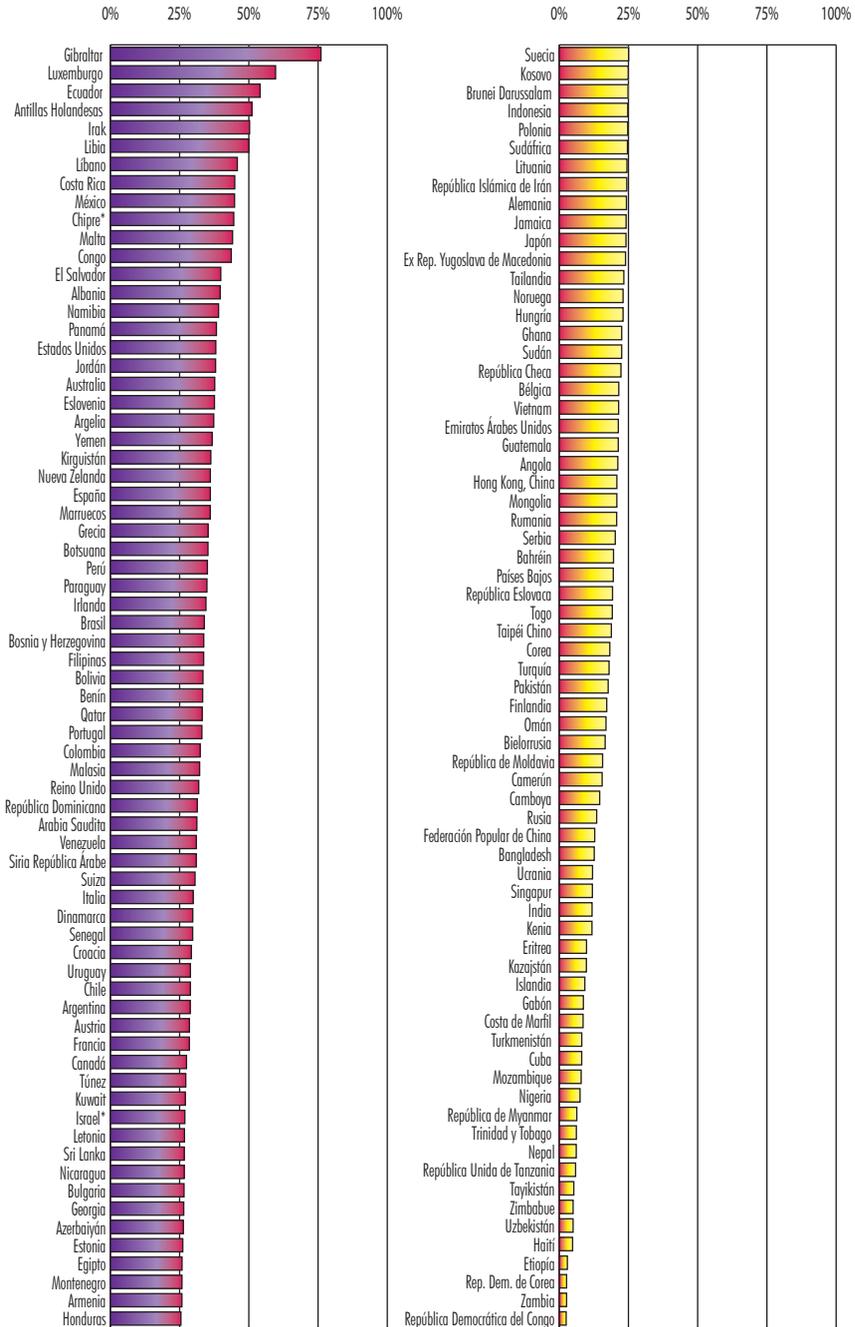
Los datos de consumo energético en los balances energéticos, incluyen el consumo interno de los vehículos extranjeros y excluyen el consumo de los vehículos nacionales en el extranjero. Por el contrario, los datos de actividad, cuando son recopilados principalmente a través de las lecturas de odómetro o las encuestas nacionales, incluyen las actividades del parque nacional en el extranjero y excluyen las de los vehículos extranjeros. A veces se supone que los dos volúmenes se compensan entre sí, pero esta suposición no siempre es correcta. El tránsito transfronterizo puede verse influido por las diferencias de ingresos, precios, producción y turismo entre los países. En tales casos, para obtener una coincidencia exacta entre los datos por energético y por actividad para los indicadores, habría que calcular tanto los kilómetros recorridos en el territorio nacional por los vehículos extranjeros como los transitados por los autos nacionales en el extranjero, empleando otras fuentes de datos, como son las estadísticas turísticas nacionales o extranjeras en materia de transporte de pasajeros, o el análisis de los diarios de a bordo en el transporte de mercancías. Sin embargo, no siempre existen tales datos y, cuando los hay, pueden no estar armonizadas de un país a otro.

2 ¿Por qué es importante el sector de transporte?

A nivel mundial, en el año 2011 el sector representó el 27% del consumo final total (CFT) de energía, en comparación con el 23% en 1973, y casi las tres cuartas partes correspondieron al transporte vial. Impulsada por la creciente demanda, especialmente en los países no miembros de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE), se anticipa que el transporte retenga un papel muy destacado dentro de la demanda de energía mundial en las próximas décadas.

Como se aprecia en la Figura 7.1, varía mucho entre países la relevancia del sector de transporte en el CFT nacional. Aunque el transporte representa más de un tercio del CFT en la mayoría de países, las proporciones varían desde un pequeño porcentaje hasta más del 50%. Al igual que en los demás sectores de uso final, varía entre países la calidad y cobertura de los datos, que deben ser utilizados con precaución, como indicación preliminar del peso relativo del transporte en el CFT. Por ejemplo, posiblemente algunos países incluyan el bunker internacional en el transporte interno, mientras que otros contabilicen el consumo del transporte en el sector residencial u otro.

Figura 7.1 • Participación del sector de transporte en el consumo final total de países seleccionados (2011)



Nota: Salvo otra indicación, las tablas y figuras en este capítulo se derivan de los datos y análisis de la AIE.

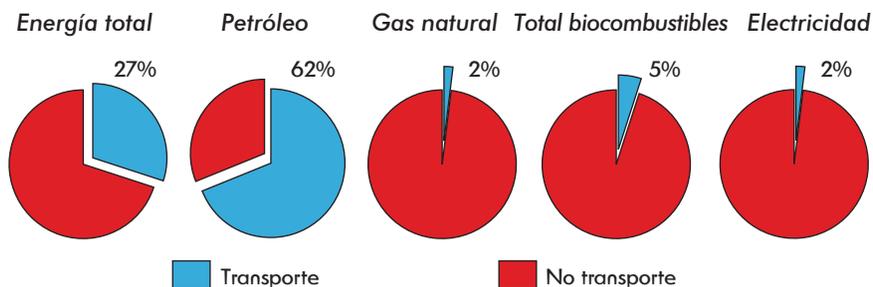
* Véase el Anexo F.

Varios factores influyen en la participación del sector de transporte en el CFT, incluido el tamaño del país, su densidad demográfica, el porcentaje de habitantes en las grandes ciudades, el producto interno bruto (PIB) por persona, el número de coches por unidad familiar, la estructura económica y la proporción del CFT que corresponde a los demás sectores.

Así como varía ampliamente de un país a otro la proporción del CFT energético que corresponde al sector de transporte, también lo hacen los porcentajes respectivos de las fuentes de energía que se consumen en el sector, como se aprecia en la Figura 7.2.

A nivel mundial, el sector de transporte representa el 62% del CFT de petróleo, el 5% de los biocombustibles y el 2% del gas natural y la electricidad. En el caso de los biocombustibles, si la cuota del transporte es "sólo" un 5%, es debido al peso de los sólidos (principalmente la leña en el sector residencial) en el CFT, ya que los biocombustibles líquidos en el sector de transporte representan el 98% de CFT mundial.

Figura 7.2 • Participación del sector de transporte en el consumo final total mundial de fuentes energéticas seleccionadas (2011)



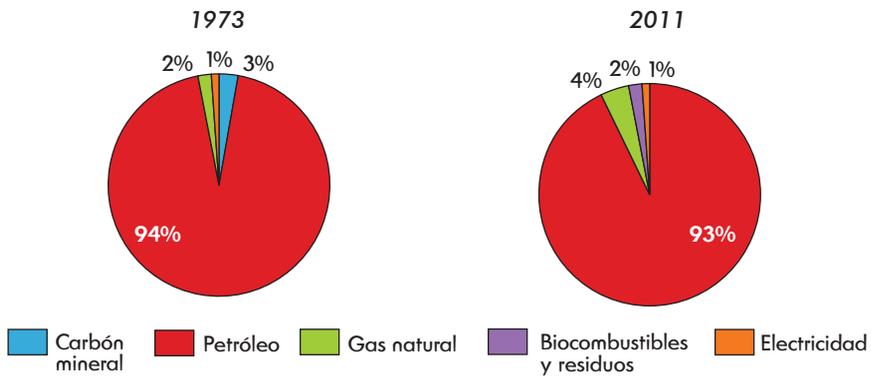
En cuanto su participación en las fuentes de energía, todavía existe entre los países una cierta variabilidad, aunque menor que en otros sectores de uso final, debido en general a la gran proporción de petróleo. Por ejemplo, el transporte representa el 73% del consumo de petróleo en Estados Unidos, pero sólo el 44% en Japón, donde también tiene amplias aplicaciones en la industria y otros sectores. En el caso del gas natural, los porcentajes son relativamente altos en aquellos países que tienen una gran penetración de vehículos que funcionan en base al gas natural comprimido (GNC). También pueden variar mucho de un país a otro la cuota total de los biocombustibles, que es particularmente alta en Brasil, con un 23%, debido a su política de impulsar el uso de bioetanol.

Como consta en la Figura 7.3 al considerar la participación de cada fuente de energía en el consumo del sector de transporte, históricamente ha predominado el petróleo, con una proporción mundial superior al 90%. Por su parte, el transporte impulsa la demanda mundial de petróleo y representa casi dos tercios de su consumo final. Entre otras fuentes que aún cubren pequeños porcentajes del consumo en el sector de transporte, se incluyen la electricidad, los biocombustibles líquidos y el GNC, por ejemplo.

Como se mencionó en lo anterior, a diferencia de los demás sectores de uso final, es limitada la variabilidad internacional de los porcentajes de los combustibles. De

hecho, en la gran mayoría de países, la participación del petróleo en el consumo energético del sector de transporte es mayor al 90%. Son excepciones Brasil (80%), debido a su consumo relativamente grande de biocarburantes para el transporte, y varios países con un consumo importante de gas natural. En muchos países, la electricidad también aparece como fuente de energía para el transporte, aunque aporta un mínimo porcentaje. Por supuesto, influyen en la matriz energética las proporciones de los distintos subsectores del sector de transporte. Por ejemplo, el avance de los coches eléctricos y los incentivos al transporte de mercancías por ferrocarril, podrían aumentar aún más la cuota de la electricidad en la matriz energética total para el transporte.

Figura 7.3 • Participación de las diversas fuentes en el consumo mundial de energía para el transporte



Como se mencionó en lo anterior, el transporte impulsa la demanda mundial del petróleo, que representa casi dos tercios de su consumo final. De hecho, teniendo en cuenta el parque actual de vehículos de carretera, el sector de transporte constituye un mercado cautivo para el petróleo y depende más de la situación mundial del petróleo que ningún otro sector de uso final. En consecuencia, los formuladores de políticas son muy conscientes de la importancia del transporte en materia de políticas energéticas. Además de los responsables de las políticas, varios actores adicionales pueden influir en la estructura y el consumo del sector: urbanistas, fabricantes de automóviles, familias, transportistas, empresas de energía, etc.

3

¿Cuáles son los subsectores y las modalidades que impulsan el consumo en el sector de transporte?

Para el análisis de las tendencias de energía y eficiencia, se desglosa el sector de transporte en dos segmentos: pasajeros y mercancías. En ambos casos, los datos son detallados por subsectores: vial, ferroviario, aéreo y marítimo; cada uno caracterizado por diversas modalidades/tipos de vehículo. En general, en países donde se elabora indicadores detallados para el transporte vial, se desagrega por tipo de vehículo. El nivel de detalle depende de la estructura del transporte vial en

cada país y la disponibilidad de la información y los recursos necesarios para la preparación de los datos e indicadores. Por ejemplo, los vehículos motorizados de 2 y 3 ruedas son muy populares en los países asiáticos, pero representan apenas una proporción marginal en la mayoría de países nórdicos. En la Tabla 7.1 se presenta esquemáticamente un posible desglose.

Tabla 7.1 • Modalidades/tipos de vehículos seleccionados por segmento y por subsector

Segmento Subsector	Pasajeros	Mercancías
Vial	Motorizados, de 2 a 4 ruedas Vehículos livianos para pasajeros (PLDV) Autobuses	Vehículos livianos de carga Vehículos de servicio pesado (HDV) Otros
Ferroviario	Trenes de pasajeros	Trenes de carga
Aéreo	Aviones de pasajeros	Aviones de carga
Marítimo	Buques de pasajeros	Buques de carga

Para cada tipo de vehículo, se puede agregar un nivel de desagregación para el tipo de combustible, por ejemplo: gasolina y diesel (y posiblemente biocombustibles, GNC y energía eléctrica) en el caso de los coches; gasolina y diesel para los vehículos livianos de carga; y electricidad y diesel en materia de los trenes, etc.

Una descripción más extensa de los tipos de vehículos en los distintos subsectores se encuentra en el "Illustrated Glossary for Transport Statistics" (ITF, 2009), elaborado para promover la armonización de los términos en el transporte y ayudar a los países en la recopilación de datos por actividad del sector.

Transporte de pasajeros

Vial: El transporte vial de pasajeros incluye el movimiento de personas por las carreteras dentro del territorio nacional. Los vehículos de carretera incluyen: PLDV - vehículos que transportan un máximo de ocho personas, tales como coches, furgonetas, todo terrenos y camionetas de uso personal²; vehículos motorizados de 2 a 4 ruedas no mayores a 400 kilogramos; y autobuses (mini-autobuses, trolebuses, minibuses y otros vehículos tipo bus, diseñados para transportar más de 24 pasajeros). Tenga en cuenta que los vehículos de pasajeros abarcan varias categorías, tales como taxis, coches de alquiler, ambulancias y autocaravanas. A nivel mundial, el transporte vial domina el de viajeros. Depende en gran medida de los derivados del petróleo, principalmente la gasolina automotriz y el gasóleo/diesel, aunque otras fuentes como los biocombustibles, el GNC y la electricidad, realizan aportes reducidos.

2. Tenga presente que en algunos países, las camionetas son reportadas como transporte de pasajeros o como transporte de mercancías, en función de su uso principal. En todo caso, es importante evitar el doble cómputo.

Ferrovionario: El transporte ferrovionario de pasajeros incluye todo movimiento de personas por ferrocarril, en determinada red regional, urbana o suburbana, al interior del territorio nacional. El transporte ferrovionario de pasajeros incluye los trenes, los vehículos de metro y los tranvías. El transporte ferrovionario puede ser eléctrico, a diesel o a vapor.

Aéreo: El transporte aéreo de pasajeros incluye los aviones de pasajeros o aeronaves adaptadas para el transporte de personas, utilizados para los viajes internos. Los aviones utilizan principalmente el queroseno de aviación (combustible de alta calidad apto para los motores de encendido por compresión o los motores de turbina), pero algunos modelos (los motores de combustión interna de encendido por chispa) también pueden utilizar la gasolina de aviación, que abarca un 2% del consumo total de la aviación.

Marítimo: El transporte marítimo de pasajeros abarca el movimiento de personas en todo tipo de buque, embarcación o nave, bien sea oceánica, lacustre o fluvial, al interior del territorio nacional. El transporte marítimo internacional es excluido de los totales nacionales, pero se incluye el transporte por vías acuáticas internas. Aunque ha disminuido la importancia del transporte marítimo de pasajeros a favor de la aviación, los viajes oceánicos siguen siendo el medio preferido para los viajes cortos y los cruceros de placer. A nivel mundial, el diesel es consumido en aproximadamente dos tercios de la navegación nacional, mientras que el combustible residual o pesado es utilizado en el tercio restante. La gasolina automotriz aporta una mínima porción al consumo total para el transporte marítimo.

Transporte de mercancías

Vial: El transporte vial de mercancías abarca el movimiento de bienes al interior del territorio nacional mediante vehículos de carretera diseñados, exclusiva o principalmente, para la carga: livianos (furgonetas y camionetas), pesados (camiones), tractores de carretera, y tractores agrícolas autorizados para ocupar las vías abiertas a la circulación pública. Los camiones representan la gran mayoría del consumo de combustible en el transporte de mercancías, principalmente a gasóleo y diesel. Los vehículos livianos de carga pueden ser a gasolina, gasóleo o diesel. También ha surgido recientemente un interés en el gas natural licuado en el transporte de mercancías, así como el gas natural comprimido y los biocombustibles.

Ferrovionario: El transporte ferrovionario de mercancías incluye todo movimiento de bienes por los vehículos de ferrocarril en determinada red regional, urbana o suburbana, dentro del territorio nacional. Puede ser eléctrico, a diesel o a vapor.

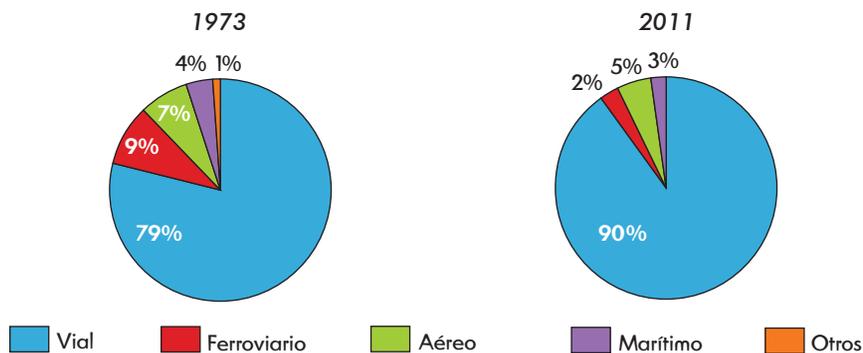
Aéreo: El transporte aéreo de mercancías abarca el movimiento de bienes mediante aeronaves adaptadas al transporte de carga o correo, que operan al interior del territorio nacional. Los aviones usan principalmente el queroseno de aviación (combustible de alta calidad apto para motores de encendido por compresión o motores de turbina), pero algunos modelos (motores de combustión interna de encendido por chispa) utilizan la gasolina de aviación.

Marítimo: El transporte marítimo de mercancías comprende el movimiento de bienes mediante todo tipo de buque, barco, barcaza o nave, bien sea oceánico, lacustre o fluvial, al interior del territorio nacional. El transporte marítimo internacional se excluye de los totales nacionales, a pesar de que ha sido el mayor portador de carga a lo largo de la historia registrada. A nivel mundial, unos dos tercios del

consumo para la navegación nacional provienen del gasóleo o diesel, mientras que casi un tercio es a combustóleo o combustóleo pesado.

En la Figura 7.4 consta un desglose del consumo energético mundial en el transporte por subsector. El transporte vial es predominante, con el 90% del consumo energético del sector, frente a un 80% en el año 1973. Debido a la falta de datos desagregados del consumo para pasajeros y mercancías en muchos países, no es posible al momento emitir promedios mundiales por subsector en los dos segmentos. Sin embargo, como ya se ha mencionado, los dos segmentos deben ser analizados por separado cuando se dispone de datos.

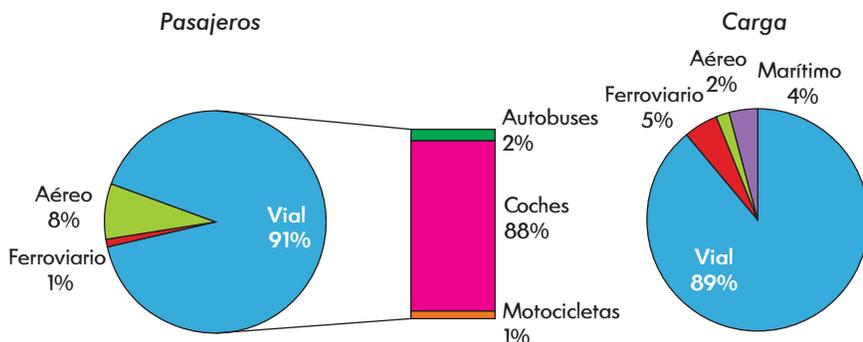
Figura 7.4 • Consumo energético por subsector para el mundial total en transporte*



* Excluido el transporte internacional.

En la Figura 7.5 consta el desglose del consumo del transporte de pasajeros y mercancías por subsector, en un conjunto de países miembros de la OCDE para los cuales se dispone de datos desagregados. Los datos del transporte vial se desglosan aún más en los tipos de vehículos para pasajeros; en el caso de la carga, el transporte vial está dominado por los vehículos pesados (camiones). El transporte de pasajeros representa aproximadamente dos tercios del consumo de transporte entre los países de la OCDE.

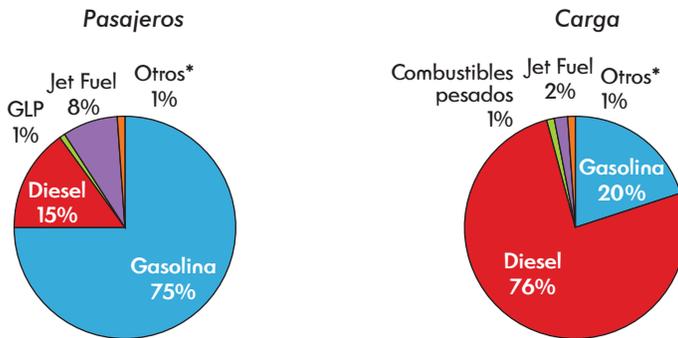
Figura 7.5 • Consumo energético por subsector y modalidad/tipo de vehículo para el transporte de pasajeros y de mercancías (en 23 países de la OCDE, 2010)



A nivel mundial, el consumo del sector de transporte está dominado por el vial (90%); esto también se aplica cuando los datos son desagregados para los segmentos de mercancías y pasajeros, en una muestra de países de la OCDE. En el caso del transporte de pasajeros, predominan los vehículos livianos, principalmente coches, (88%), y el transporte aéreo representa el segundo subsector más importante (8%). En cuanto al transporte de mercancías, son preponderantes los vehículos pesados (89%), seguidos por el ferroviario (5%) y marítimo (4%).

Si se dispone de los datos necesarios, se puede realizar una desagregación adicional en tipos de energía. Este es el caso de la muestra de 23 países de la OCDE: en la Figura 7.6 se aprecia que las tres cuartas partes del transporte de pasajeros es a gasolina automotriz, mientras que las tres cuartas partes del transporte de mercancías es a diesel. Sin embargo, estas proporciones pueden variar con el tiempo, como lo demuestra el aumento significativo en el uso de diesel para los automóviles, por ejemplo en Europa.

Figura 7.6 • Consumo energético por fuente de energía para el transporte de pasajeros y mercancías (para 23 países de la OCDE, 2010)



* Entre "Otros" se incluyen: combustible pesado, gas natural, electricidad y carbón mineral (de pasajeros); y gas licuado de petróleo, gas natural, electricidad y carbón mineral (de mercancías).

Preguntas y respuestas

P7. ¿Qué es el cambio modal?

Un cambio modal se produce cuando se modifica la participación en la actividad entre las distintas modalidades, por ejemplo, cuando con el tiempo mayor número de pasajeros decide tomar un tren en lugar de un coche para sus viajes, o cuando las mercancías se mueven por ferrocarril en vez de camiones. Un cambio modal también se puede considerar en términos de eficiencia, ya que el sistema de transporte puede ser aprovechado de manera más económica aunque no sea más eficiente el vehículo específico.

P8. ¿Cómo se debe tratar el transporte en múltiples segmentos?

El transporte en múltiples segmentos implica que con un mismo viaje se lleva tanto pasajeros como mercancías. Un ejemplo es cuando los aviones o trenes llevan personas además de carga (incluido el equipaje y correo); otro ejemplo es cuando se embarcan pasajeros en un buque de carga. Se aconseja dividir el consumo energético por segmento en función de la carga, especialmente cuando es significativo el de cada segmento. Este es el caso de la carga transportada en aviones de pasajeros - una porción muy significativa de la carga aérea total. Sin embargo, aquellos viajes en los que un segmento domina claramente el consumo total, deben constar según los principales objetivos del viaje, es decir, se clasifica el transporte como de flete cuando un buque de carga lleva además pasajeros.

4 ¿Qué indicadores son los más utilizados?

Si se dispone de los datos necesarios, se puede preparar indicadores muy desagregados o quedarse en un nivel que, si bien arroja información sobre el sector, puede ser demasiado agregado como para aportar significativamente al análisis de la eficiencia energética.

Los indicadores más agregados son, por ejemplo, la participación del sector de transporte en el CFT; el consumo de un subsector dado, como el ferroviario, vial, marítimo o aéreo; o el consumo de determinado segmento, como el de pasajeros o mercancías. Si bien estos indicadores posibilitan comparaciones muy generales (aunque a menudo engañosas) entre países, no pueden considerarse indicadores de eficiencia energética como tales. Para que tengan sentido los indicadores de eficiencia energética, se requiere de datos más desagregados por energético y por actividad, como se describe en los párrafos siguientes.

Al igual que en los demás sectores de uso final, en el sector de transporte en general y en cada uno de sus segmentos, los indicadores pueden ser definidos con un enfoque piramidal, desde lo más agregado (como la participación del transporte de pasajeros en el consumo total de transporte), hasta lo más desagregado (por cada tipo de vehículo, el consumo por pkm, por ejemplo). Cuanto más amplia sea la pirámide, más detalle se requiere. Se han utilizado tres niveles en este enfoque piramidal, siendo el nivel 1 el más agregado y el nivel 3 el más desagregado. Por otra parte, por razones de simplificación, se ha dado a cada indicador un código corto de tres caracteres para identificar el uso final y el nivel del indicador.

Los indicadores que empiezan con una "T" corresponden al sector de transporte en general (incluido el de pasajeros y de mercancías), los que tienen una "P" son de pasajeros y aquellos con una "F" son de mercancías. El número que sigue se refiere al nivel de desagregación, siendo 1 el más agregado y 3 el más desagregado. La principal función del tercer carácter, una letra, es la de diferenciar entre los indicadores del mismo uso final y del mismo nivel. Como ilustración, el indicador (P2b) es un indicador de segundo nivel para el transporte de pasajeros, en este caso por vehículo-kilómetro (vkm). El indicador preferido para determinado subsector está marcado con una carita feliz (☺).

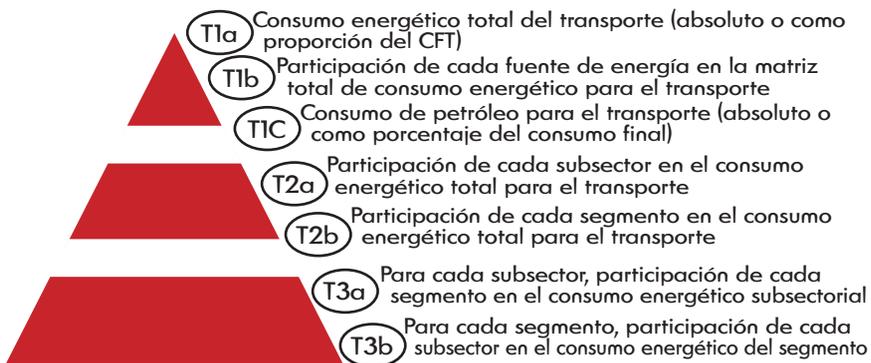
Sector de transporte total

Al igual que en los demás sectores de uso final, la pirámide del transporte se basa en datos agregados, tanto por energético como por actividad. En el caso del sector de transporte en su conjunto, en realidad es imposible definir una medición global por actividad, ya que sus dos segmentos principales - pasajeros y mercancías - son impulsados por dinámicas muy diferentes. En consecuencia, no se puede definir un solo indicador de eficiencia energética para todo el sector. Cada uno de los indicadores de la pirámide, a pesar de ser de eficiencia energética, puede arrojar información agregada útil sobre el consumo del sector en ausencia de datos más desagregados.

El nivel 1, el más agregado, hace referencia al consumo energético global del sector en términos absolutos o como porcentaje del CFT (T1a), y a la participación de cada fuente de energía en la matriz total de consumo de transporte (T1b). En vista de que el transporte constituye el principal uso final del petróleo, el tercer indicador agregado se refiere al mismo, ya sea en términos absolutos o proporcionales (T1c).

Estos tres indicadores energéticos transmiten un panorama de alto nivel del consumo sectorial, y podrían posibilitar una comparación inicial entre países.

Figura 7.7 • Pirámide de indicadores del transporte



En el nivel 2, el intermedio, la pirámide muestra dos indicadores de energía: la participación de cada subsector en el consumo total del transporte (T2a) y la participación de cada segmento en el consumo total del transporte (T2b). Por lo general, los balances energéticos nacionales arrojan datos para (T2a), tales como

el consumo energético del transporte vial, ferroviario, aéreo o marítimo, que no suele ser el caso de los datos para (T2b), tales como el consumo para pasajeros y mercancías.

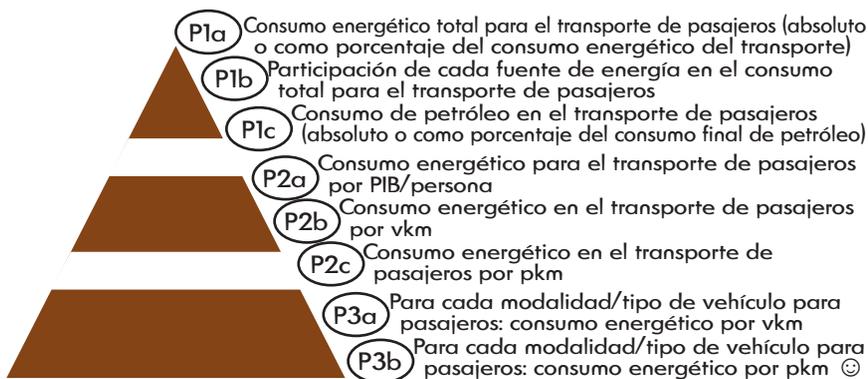
El tercer nivel de la pirámide se refiere a dos tipos de indicadores de energía. (T3a) expresa los porcentajes de los dos segmentos en el consumo energético total en cada subsector. Por ejemplo, podría indicar la participación del transporte de pasajeros en el consumo energético vial, mientras que (T3b) expresa los porcentajes de los cuatro subsectores en el consumo energético total de cada segmento. Por ejemplo, podría indicar la participación del ferrocarril en el transporte de carga el consumo energético.

Como se mencionó anteriormente, hay diversos factores impulsores que inciden en el consumo de los dos segmentos de transporte. Por lo tanto, es aconsejable que los indicadores de eficiencia energética sean elaborados por separado para el transporte de pasajeros y de carga, como se explica en las siguientes secciones.

Transporte de pasajeros

Así como en los demás sectores de uso final, el transporte de pasajeros puede ser descrito con diversos indicadores, según la disponibilidad de datos y el objetivo del análisis.

Figura 7.8 • Pirámide de indicadores del transporte de pasajeros



En el nivel 1, el más agregado, el indicador de nivel superior (P1a) es el consumo total del transporte de pasajeros, en términos absolutos o como porcentaje del consumo total del sector de transporte. Aunque no constituye un indicador de eficiencia, sí arroja un primer indicio del peso absoluto y relativo del transporte de pasajeros en el consumo total del sector. Puede servir para determinar, por ejemplo, en qué medida el transporte de pasajeros podría ser pertinente en términos de su potencial para el ahorro de energía.

El segundo indicador de nivel 1 (P1b) es la participación de cada fuente de energía en la matriz total de consumo del transporte de pasajeros. Nuevamente, aunque no es una verdadera indicación de la eficiencia, este indicador describe la dependencia relativa en diversos combustibles en la matriz de consumo energético

que corresponde al transporte de pasajeros. Ya que el transporte es el principal uso final que impulsa el consumo de petróleo, el tercer indicador de nivel 1 (P1c) se refiere a dicho consumo para el transporte de pasajeros, ya sea en términos absolutos o como porcentaje del consumo total de petróleo.

En el nivel intermedio, nivel 2, se plantea tres indicadores de intensidad: el transporte de pasajeros por PIB/persona (P2a), por vkm (P2b), y por pkm (P2c). Aunque es muy simple, (P2a) tiene significancia en la valoración de las tendencias en el tiempo o en la comparación entre países. En ausencia de mejores datos, las tendencias del PIB por persona suelen servir para calcular las tendencias del transporte de pasajeros. (P2b) y (P2c) se relacionan más estrechamente con la eficiencia energética, ya que constituyen ratios entre el uso de la energía y los datos de actividad, aunque sea al nivel agregado de segmento.

Mientras la intensidad por vkm se refiere a la eficiencia de vehículos específicos, la intensidad por pkm depende también de la “eficiencia de uso”: el empleo de un solo vehículo para movilizar a tres personas resulta más eficiente que la ocupación de tres vehículos. Tal indicador a nivel de segmento, puede dar una visión general del impacto del “cambio modal”. En el Recuadro 7.1 constan los cálculos de vkm y pkm, a partir de los datos básicos de actividad como el parque vehicular y la ocupación media de los vehículos.

Idealmente, habría que desarrollar indicadores de eficiencia en el tercer nivel, con un desglose adicional por subsector y, de ser posible, por modalidad/tipo de vehículo para pasajeros. De hecho, la intensidad general de pasajeros en determinado país se ve influida tanto por la de cada subsector como la participación éstas en el transporte de pasajeros.

En el tercer nivel de la pirámide se plantea el consumo por vkm (P3a) y por pkm (P3b), en ambos casos calculados por subsector o por modalidad/tipo de vehículo. Por ejemplo, mientras en el segundo nivel, (P2b) es el consumo por vkm en el transporte de pasajeros en general, (P3a) representa el consumo por vkm, separado por el transporte vial, ferroviario, aéreo y marítimo de pasajeros. Aunque las intensidades por subsector resultan útiles de por sí en la formulación de políticas energéticas para el transporte ferroviario, aéreo y marítimo, en el caso del transporte vial es preferible un desglose adicional por tipo de vehículo (livianos, autobuses, y motorizados con 2 y 3 ruedas, por ejemplo), ya que la proporción relativa de estos tipos podría incidir significativamente en la intensidad energética del transporte vial en general. Por ejemplo, los vehículos livianos suelen tener una intensidad por pkm mucho mayor a la de los autobuses o trenes. **El indicador recomendado para el transporte de pasajeros es (P3b): el consumo energético por pkm para cada modalidad/tipo de vehículo.**

En cuanto a los indicadores del segundo nivel, la intensidad por pkm también tiene en cuenta la “eficiencia de uso”. Por ejemplo, un aumento en la eficiencia de los motores de aviación, influye en ambas intensidades, pero los cambios en la ocupación media de las aeronaves sólo inciden en la intensidad por pkm.

Transporte de mercancías

La pirámide del transporte de mercancías es similar a la de transporte de pasajeros.

Figura 7.9 • Pirámide de indicadores del transporte de mercancías



En el primer nivel, el indicador de nivel superior (F1a) es el consumo total para el transporte de mercancías, en términos absolutos o como porcentaje del consumo total del sector. Aunque que no constituye un indicador de eficiencia, sí ofrece una primera indicación del peso absoluto y relativo del transporte de mercancías en el consumo total del sector. Sirve para valorar, por ejemplo, la medida de sus posibilidades en términos de ahorro energético.

El segundo indicador del nivel 1 (F1b) es la participación de cada fuente de energía en la matriz total de consumo para el transporte de mercancías. Nuevamente, aunque no constituye una verdadera indicación de eficiencia, describe su dependencia relativa de varios combustibles en la matriz de consumo energético para el transporte de mercancías. Dado que el transporte es el uso final que más impulsa al consumo de petróleo, el tercer indicador del nivel 1 (F1c) se refiere al mismo para el transporte de mercancías, ya sea en términos absolutos o como porcentaje del consumo total de petróleo.

En el segundo nivel se plantea tres indicadores de intensidad: el transporte de mercancías por PIB (F2a), por vkm (F2b), y por tonelada-kilómetro (tkm) (F2c). El transporte de pasajeros (P2a) es calculado en base al PIB por persona, pero (F2a) se calcula en base al PIB, debido a la fuerte correlación general entre el movimiento de materias primas, productos intermedios y bienes de consumo final, por una parte, y los cambios de actividad económica o PIB, por otra. Para obtener un mejor indicador de esta relación, sólo se debe considerar el valor añadido de los bienes transportados. Sin embargo, rara vez se dispone este nivel de información. (F2a) es significativo para la valoración de las tendencias de alto nivel o para la comparación entre países. Sin embargo, este indicador no mide la evolución de la eficiencia energética, ya que no toma en cuenta la importancia relativa de cada subsector y está influenciada por numerosos factores, tales como la disponibilidad de infraestructuras, el tipo de mercancía transportada, etc. Los indicadores (F2b) y (F2c) tienen más que ver con la eficiencia energética, ya que representan las

relaciones entre el uso energético y los datos de actividad, aunque a nivel agregado del segmento.

Idealmente, los indicadores de eficiencia han de ser elaborados en el tercer nivel, con un desglose adicional por subsector y por modalidad/tipo de vehículo. De hecho, la intensidad general del transporte de mercancías en un país determinado, está influida tanto por la de cada subsector como la participación de cada uno en dicho transporte.

Tabla 7.2 • Resumen de los indicadores más comunes para el transporte

Indicador	Cobertura	Datos energéticos	Datos por actividad	Código	Indicador recomendado
Consumo energético del transporte de pasajeros por PIB/persona	Global	Consumo energético total del transporte de pasajeros	PIB; Población total	P2a	
Consumo energético del transporte de pasajeros por vehículo-kilómetro	Global	Consumo energético total del transporte de pasajeros	Número total de vkm en el transporte de pasajeros	P2b	
	Por modalidad/tipo de vehículo para pasajeros	Consumo energético del transporte de pasajeros por modalidad/tipo de vehículo A	Número de vkm del modalidad/tipo de vehículo A de pasajeros	P3a	
Consumo energético del transporte de pasajeros por pasajero-kilómetro	Global	Consumo energético total del transporte de pasajeros	Número total de pkm	P2c	
	Por modalidad/tipo de vehículo para pasajeros	Consumo energético del transporte de pasajeros por modalidad/tipo de vehículo A	Número de pkm modalidad/tipo de vehículo A de pasajeros	P3b	☺
Consumo energético del transporte de mercancías por PIB	Global	Consumo energético total del transporte de mercancías	PIB	F2a	
Consumo energético del transporte de mercancías por vehículo-kilómetro	Global	Consumo energético total del transporte de mercancías	Número total de vkm en el transporte de mercancías	F2b	
	Por modalidad/tipo de vehículo de flete	Consumo energético del transporte de mercancías por modalidad/tipo de vehículo α	Número de vkm del modalidad/tipo α de vehículo de carga	F3a	
Consumo energético del transporte de mercancías por tonelada-kilómetro	Global	Consumo energético total del transporte de mercancías	Número total de tkm	F2c	
	Por modalidad/tipo de vehículo de flete	Consumo energético del transporte de mercancías por modalidad/tipo de vehículo α de carga	Número de tkm para el modalidad/tipo de vehículo α de carga	F3b	☺

■ Pasajeros ■ Mercancías

En el tercer nivel de la pirámide se plantea el consumo por vkm (F3a) y por tkm (F3b), calculados ambos por subsector o modalidad/tipo de vehículo. Por ejemplo, mientras que en el segundo nivel (F2b) representa el consumo por vkm para el total del transporte de mercancías, (F3a) representa el consumo por vkm de transporte vial, ferroviario, aéreo y marítimo de carga, en forma separada. Dependiendo de la relevancia de este subsector, en los países posiblemente se quiera desglosarlo en las distintas modalidades/tipos de vehículo, por ejemplo, en el caso del transporte

vial, en vehículos livianos y pesados, que podrían desglosarse aún más por peso (los camiones muy pesados suelen viajar largas distancias en Norteamérica, por ejemplo).

Para los fines de los indicadores de eficiencia energética, en el transporte de mercancías, tkm es la contrapartida de pkm para pasajeros y es el dato de actividad más relevante. Por lo tanto, el indicador recomendado para el transporte de pasajeros es (F3b), el consumo energético por tkm para cada modalidad/tipo de vehículo de carga.

5 Datos subyacentes detrás de los indicadores

Los principales datos requeridos para los indicadores en los distintos niveles presentados en las secciones anteriores, se resumen en la Figura 7.10 para el consumo energético y en la 7.11 para los datos de actividad. En el caso de la pirámide sectorial general, a menudo se puede obtener del balance energético de un país los datos agregados de energía y los datos agregados por actividad de diversas fuentes como el censo, etc. (véase la Tabla 7.3).

Al igual que en los demás sectores de uso final, la clave para establecer los indicadores de transporte es asegurar que coincidan los límites y las definiciones entre los datos de energía y de actividad. El hecho de no ser armonizados a nivel internacional los métodos para la recopilación de los datos de transporte por actividad, plantea posibles desafíos para su comparación entre países.

Datos de consumo energético

Transporte de pasajeros

Consumo energético total del transporte de pasajeros: Es el total de la energía consumida en el transporte de personas. Sirve de numerador en los indicadores (P1a), (P2a), (P2b) y (P2c) y de denominador en (P1b).

Consumo energético total del transporte de pasajeros por fuente de energía Z: Es el consumo energético total de una fuente determinada para el transporte de pasajeros, como por ejemplo el consumo de petróleo en los distintos subsectores del transporte de pasajeros. Sirve de numerador en (P1b). En el caso exclusivo del petróleo, sirve de numerador de (P1c).

Consumo energético total del transporte de pasajeros por subsector o por modalidad/tipo de vehículo A: Es el consumo total de determinado subsector del transporte de pasajeros, como por ejemplo el vial, ferroviario, aéreo y marítimo. Puede desglosarse aun más por modalidad/tipo de vehículo, tales como los vehículos livianos en el caso del transporte vial. Sirve de numerador en (P3a) y (P3b).

Transporte de mercancías

Consumo energético total del transporte de mercancías: Es el consumo energético total del transporte de mercancías. Sirve de numerador en los indicadores (F1a), (F2a), (F2b) y (F2c) y de denominador en (F1b).

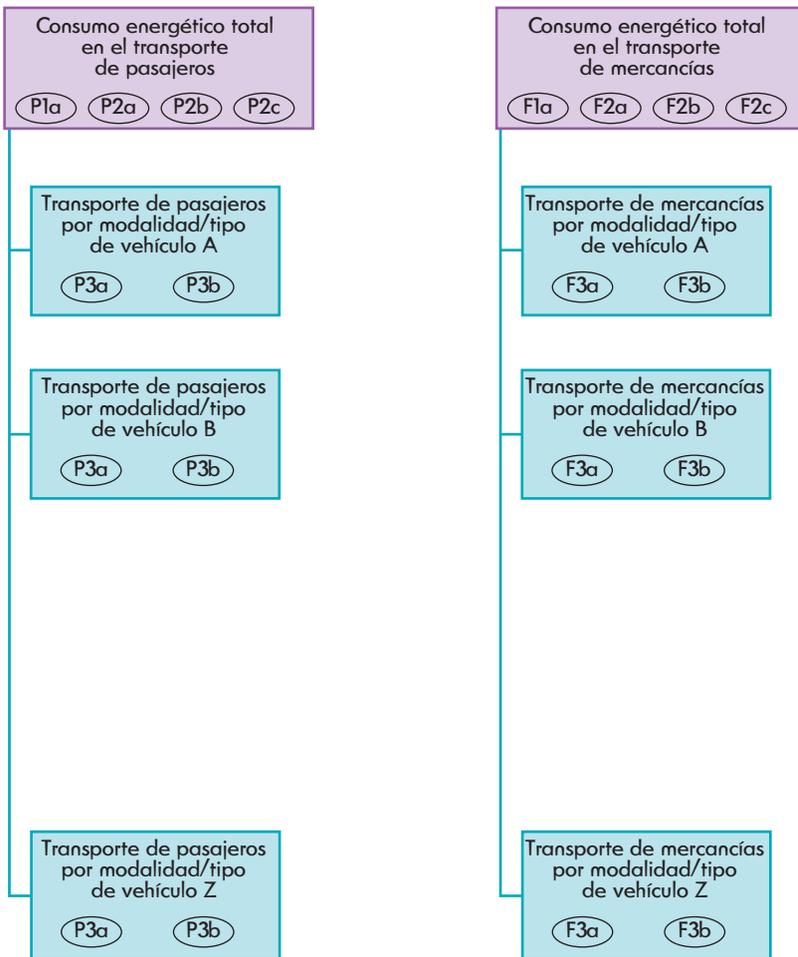
Consumo energético total del transporte de mercancías por fuente de energía Z:

Es el consumo total de determinada fuente de energía para el transporte de mercancías, como por ejemplo el consumo de petróleo en los distintos subsectores del transporte de mercancías. Sirve de numerador en (F1b). En el caso exclusivo del petróleo, sirve de numerador de (F1c).

Consumo energético total del transporte de mercancías por modalidad/tipo de vehículo A:

Es el consumo total de determinado subsector del transporte de mercancías, como por ejemplo el transporte vial, ferroviario, aéreo y marítimo de carga. Puede desagregarse aun más por modalidad/tipo de vehículo, tal como los vehículos pesados en el transporte vial. Sirve de numerador en (F3a) y (F3b).

Figura 7.10 • Diagrama de flujo de los datos agregados de consumo energético, requeridos para los indicadores de eficiencia en el transporte



Datos de actividad

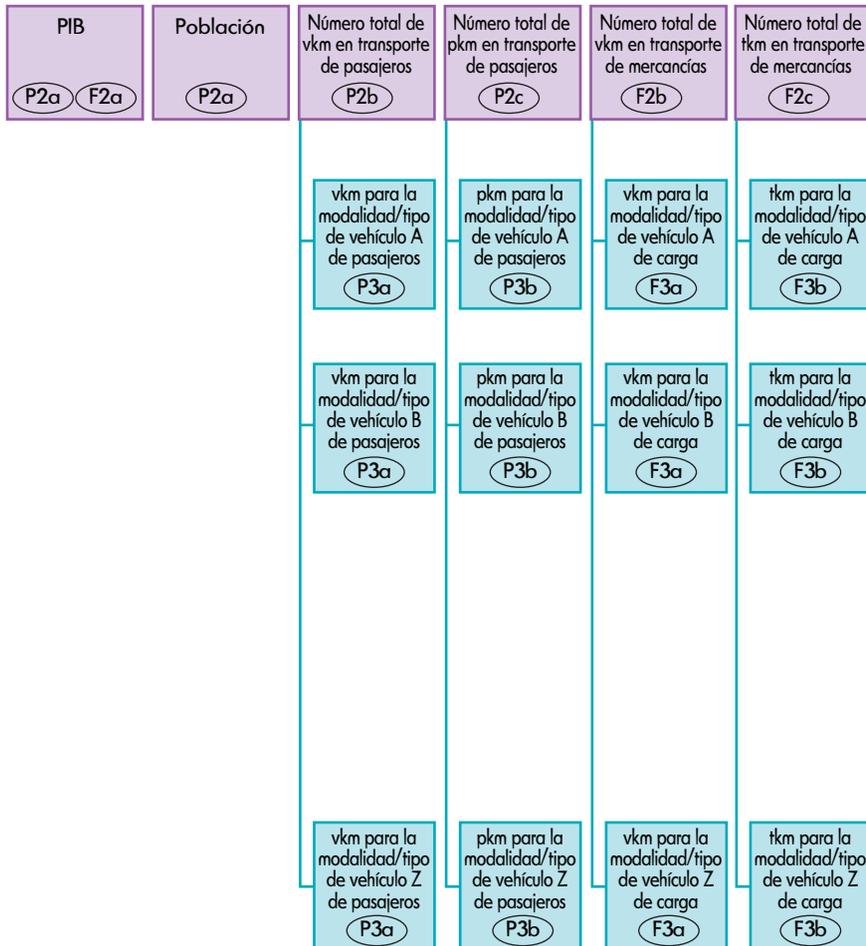
Transporte de pasajeros

PIB/persona: Es la relación entre el PIB y la población total de un país. Sirve de denominador en (P2a).

El transporte de pasajeros vkm en total: Es la distancia total recorrida de todos los movimientos de vehículos de pasajeros resumió. Sirve de denominador en (P2b).

pkm Total: Es la suma de las distancias recorridas en todos los movimientos de pasajeros. Sirve de denominador en (P2c).

Figura 7.11 • Diagrama de flujo agregado de los principales datos de actividad necesarios para los indicadores de eficiencia energética del transporte



Vkm total por modalidad/tipo de vehículo R de pasajeros: es la distancia total recorrida por determinada modalidad/tipo de vehículo del conjunto de viajes en vehículos de pasajeros para esa modalidad/tipo de vehículo. Por ejemplo, es la distancia total recorrida por aire una vez sumados los viajes del conjunto de aviones de pasajeros nacionales. Sirve de denominador en (P3a).

Pkm total de modalidad/tipo de vehículo R en el transporte de pasajeros: Es la distancia total recorrida por una modalidad/tipo de vehículo dado al sumarse los viajes de cada pasajero en esa modalidad/tipo de vehículo. Por ejemplo, es el número total de pasajeros transportados por aviones nacionales, cada uno multiplicado por la distancia recorrida. Sirve de denominador en (P3b).

De modo similar como se hace para el transporte de pasajeros, en el Cuadro 7.1 se presenta los cálculos de vkm y tkm. La intensidad en tkm está influenciada por la intensidad energética y participación de cada subsector y, también, a diferencia del indicador en vkm, la “eficiencia de uso”, a través del factor de carga promedio (la cantidad de carga transportada). El empleo de un camión para transportar una tonelada de mercancías es más eficiente que el uso de dos camiones para movilizar media tonelada cada uno. Los cambios de estructura pueden tener un impacto muy relevante. Por ejemplo, una proporción mayor de actividades por camión y menor por tren, resultará en un aumento en la intensidad de carga, ya que los camiones son más intensivos que los trenes. Estos cambios incidirán en ambas intensidades.

Cuadro 7.1 • Cálculos de los datos de la actividad de transporte

El volumen de tránsito es medido, bien sea por vehículos-kilómetro (vkm) en ambos segmentos, o bien por pasajero-kilómetro (pkm) o tonelada-kilómetro (tkm), respectivamente, para los segmentos de pasajeros y mercancías.

Para un solo vehículo, vkm es la distancia total recorrida en un período determinado.

Para un parque vehicular, las siguientes relaciones son válidas:

$$vkm = \text{número de vehículos} \times \text{distancia media por vehículo (km)}$$

$$pkm = vkm \times \text{ocupación media}$$

$$tkm = vkm \times \text{carga media}$$

Con una ocupación media = número medio de pasajeros por vehículo, y la carga promedio = masa media de bienes transportados por vehículo (en toneladas).

En otras palabras, pkm (o tkm) puede ser mayor al viajar mayores distancias o tener más pasajeros (o peso de carga) por vehículo.

A continuación consta un ejemplo del cálculo del vkm total y pkm total en determinado período para un parque de tres vehículos.

Parque vehicular	Distancia viajada (km)	Promedio de ocupación	Total de vehículos-kilómetro	Total de ocupación media	Total de pasajeros-kilómetro
Vehículo 1	50 000	3	50 000	$\frac{(50\,000 \times 3 + 20\,000 \times 4 + 90\,000 \times 1)}{(50\,000 + 20\,000 + 90\,000)} = 2$	$160\,000 \times 2 = 320\,000$
Vehículo 2	20 000	4	+ 20 000		
Vehículo 3	90 000	1	+ 90 000 = 160 000		

Transporte de mercancías

PIB: El PIB sirve de denominador en (F2a).

Vkm de transporte de mercancías: Es la distancia total recorrida al sumar los movimientos con vehículos de carga. Sirve de denominador en (F2b).

Tkm Total: Es la masa total al sumar el conjunto de movimientos de carga. Sirve de denominador en (F2c).

Vkm total en modalidad/tipo de vehículo A para el transporte de mercancías: Es la distancia total viajado para determinada modalidad/tipo de vehículo al sumar los movimientos de cada vehículo de carga para esa modalidad/tipo de vehículo. Por ejemplo, es la distancia total recorrida por vía marítima al sumar los movimientos del conjunto de buques de carga nacionales. Sirve de denominador en (F3a).

Tkm total por modalidad/tipo de vehículo A en el transporte de mercancías: Es la distancia total viajada con determinada modalidad/tipo de vehículo al sumar los movimientos de cada tonelada de mercancías para esa modalidad/tipo de vehículo. Por ejemplo, es el número total de toneladas transportadas por buques de carga nacionales, cada una multiplicada por la distancia recorrida. Sirve de denominador en (F3b).

Preguntas y respuestas

P9. ¿Qué es la economía de combustibles y cómo se relaciona con los indicadores de la pirámide?

*El concepto de “ahorro de combustibles” (o “eficiencia de combustibles”) se refiere a la relación entre el volumen de combustibles utilizado para recorrer determinada distancia y la distancia recorrida. Por lo general se mide, bien sea en volúmenes de combustible por distancia recorrida (“litros por 100 km”) o en distancias por volumen de combustible (“kilómetros por litro” o “millas por galón”). Los fabricantes brindan información teórica sobre la economía de combustibles por tipo de vehículo, en base a ensayos realizados en una muestra de vehículos como parte del proceso de fabricación. Bajo condiciones operativas, el consumo real por unidad de distancia puede diferir significativamente de los valores teóricos de ahorro de combustible, siendo mayor en un factor del 15% al 40%.**

En términos prácticos, el ahorro en “la vida real” corresponde a los indicadores (P3A) y (F3a) - el consumo de combustible por vkm en los segmentos de pasajeros y de carga, convertidas las unidades por

* El informe de 2013 “From Laboratory to Road” (ICCT, 2013) señala que aumentó de forma significativa en los últimos diez años la brecha entre la economía oficial y las “condiciones reales” para los vehículos de pasajeros en Europa y Estados Unidos, alcanzando un promedio del 25% en el año 2011.

la densidad y el valor calórico del combustible. De hecho, el ahorro promedio nacional por modalidad/tipo de vehículo se puede obtener como relación entre el consumo energético total y la respectiva distancia total recorrida (vkm). Por ejemplo, si en un país durante determinado período, la distancia total recorrida por los coches a gasolina es de 415 mil millones de vkm y el consumo total de gasolina automotriz es de 1 287 petajulios (PJ), a una densidad de 1 350 litros/tonelada y un valor calórico neto de 44,75 gigajulios (GJ) por tonelada de gasolina, se deduce que:

$$\begin{aligned} \text{Consumo medio de combustible} &= \frac{1\,287 \text{ PJ}}{(415 \text{ mil millones de vehículos-kilómetro})} \\ \text{por vehículo-kilómetro} &= 3.1 \text{ megajulios por vehículo-kilómetro} \\ \text{Promedio nacional de} &= \frac{3.1 \times 10^{-3} \text{ GJ}}{(44.75 \frac{\text{GJ}}{\text{toneladas}})} \times 1\,350 \frac{\text{litros}}{\text{toneladas}} \\ \text{economía de combustibles} &= 9 \text{ litros/100 km (ó 11 km/litro)} \end{aligned}$$

P10. ¿Se incluye el consumo de aire acondicionado en los vehículos en los indicadores de eficiencia energética?

El consumo de aire acondicionado en los vehículos puede ser muy importante, con un impacto del 15 al 20% en la economía de combustible real.** En consecuencia, las condiciones climáticas podrían causar diferencias al comparar entre países el promedio funcional de economía de combustibles. Por lo general, este efecto no se incluye en los valores teóricos de economía de combustibles, declarados por los fabricantes, por lo que es importante tenerlo en cuenta en los estimativos, especialmente para los países más cálidos.

** Para obtener un informe detallado, consultar "Impact of Vehicle Air-Conditioning on Fuel Economy, Tailpipe Emissions, and Electric Vehicle Range" (NREL, 2000)

6

¿Cómo recopilar los datos?

Algunos datos son de más fácil recopilación que otros; esto se aplica tanto al consumo energético como a las actividades. Por ejemplo, sin duda es más fácil obtener con exactitud el número de vehículos por tipo en el parque nacional, o el consumo de gasolina de los coches, que el tkm total de los buques de carga.

En cuanto a otros sectores de uso final, las cuatro metodologías de recopilación de los datos del consumo energético y por actividad en el sector de transporte son: fuentes administrativas, la encuesta, la modelización y la medición. Cada método tiene sus fortalezas y debilidades. Por otra parte, los países suelen combinar varios métodos

Tabla 7.3 • Resumen de los principales datos necesarios para los indicadores de transporte y ejemplos de posibles fuentes y metodologías

Datos	Fuente	Metodología
Datos energéticos		
Consumo total del transporte	Balance energético nacional Estadísticas energéticas nacionales	Fuentes administrativas Modelización
Consumo por subsector	Balance energético nacional Estadísticas energéticas nacionales	Fuentes administrativas Encuestas de movilidad Modelización
Consumo por segmento		Encuestas de movilidad Modelización
Consumo por tipo de vehículo		Encuestas de movilidad Modelización
Datos de actividad		
PIB, población	Direcciones nacionales de estadísticas	Fuentes administrativas
Vehículos-km (vkm)	Matrículas vehiculares / Servicios de inspección técnica / Organizaciones de inspección	Mediciones: lecturas del odómetro
	Municipios / Autoridades de transporte	Mediciones: recuento del tránsito vial
	Bases de datos nacionales e internacionales Ministerios de Transporte	Fuentes administrativas Encuestas de movilidad Modelización
Pasajeros-kilómetro (pkm)	Bases de datos nacionales e internacionales Ministerios de Transporte	Fuentes administrativas Encuestas de movilidad
Tonelada-km (tkm)	Bases de datos nacionales e internacionales Ministerios de Transporte	Fuentes administrativas Encuestas de movilidad, Estudios de transporte de carga
Parque vehicular *	Direcciones de estadísticas Fabricantes Bases de datos nacionales e internacionales Matrículas vehiculares	Fuentes administrativas Fuentes administrativas / mediciones
Economía de combustible	Fabricantes	Fuente administrativa Modelización

* Tenga en cuenta que la calidad de los datos del parque vehicular puede variar en función de la de las estadísticas de desguace y renovación.

(fuentes administrativas y modelización, por ejemplo) para elaborar indicadores adecuados para el sector. A continuación hay una descripción de cada metodología, basada principalmente en los informes recibidos por la Agencia Internacional de Energía (AIE) sobre las prácticas actuales de recopilación de estadísticas para los indicadores de eficiencia energética. Para el sector de transporte, la AIE recibió muy pocas respuestas, que no cubrían de manera homogénea las cuatro metodologías, probablemente debido a la complejidad del sector. Por lo tanto, podría ser difícil sacar conclusiones definitivas a partir de las prácticas. Por lo tanto, los datos de las prácticas en el sector de transporte se complementan con información de la bibliografía. Dada la importancia del transporte vial, en un recuadro adicional (7.4) al final de la sección, se resume los métodos de recopilación de datos para ese subsector específico.

En la Tabla 7.3 se presenta una visión general de las principales fuentes y metodologías utilizadas para la recopilación de los datos necesarios para elaborar los indicadores que se presentan en la sección anterior. En el resto de esta sección se describen las metodologías individuales.

Preguntas y Respuestas

P11. ¿Qué es un odómetro?

Un odómetro, o cuentarrevoluciones, es un instrumento que indica la distancia recorrida por un vehículo, sea un coche, un camión o incluso una bicicleta. Puede ser electrónico, mecánico o una combinación de los dos. Por lo general, las lecturas de odómetro se realizan durante las inspecciones vehiculares periódicas y se recopilan en las matrículas vehiculares. En el caso del transporte vial, las lecturas de odómetro, junto con información sobre el parque vehicular nacional en un momento dado, son factores esenciales para calcular los datos de actividad, tales como vkm total.

Fuentes administrativas

El sector de transporte depende sobre todo de tales fuentes de datos administrativos como las encuestas de movilidad vehicular, las estadísticas de transporte y las bases de datos de la matrícula vehicular. Esto probablemente se debe al elevado costo y otras cuestiones prácticas asociadas con el encuestado directo a los usuarios del transporte. Las fuentes administrativas deben ser las primeras en ser consultadas para identificar los datos ya disponibles y cómo mejor utilizarlos. El aprovechamiento de estas fuentes existentes suele resultar en un ahorro de tiempo y dinero. La siguiente descripción de los datos administrativos para el sector de transporte, se basa en las prácticas reportadas a la AIE.

Finalidad al recopilar los datos administrativos: Entre las respuestas recibidas por la AIE, los países señalaron que dependen en gran medida de las fuentes administrativas del sector de transporte. Por ejemplo, muchos países utilizan información de las matrículas vehiculares y las encuestas domiciliarias. Se puede

aprovechar directamente los datos administrativos para elaborar estimativos del consumo energético en el transporte, o para alimentar los modelos del transporte.

Fuentes: Los encuestados por la AIE identificaron varias fuentes existentes: matrículas vehiculares, direcciones estadísticas del gobierno, autoridades centrales y regionales de transporte, empresas de servicios públicos de energía, fabricantes y organizaciones internacionales. Las matrículas vehiculares registran cuantiosa información útil sobre los vehículos y sus propietarios, que sirve varios propósitos: seguridad, recaudación de impuestos, administración y formulación de políticas. La información puede incluir el modelo del vehículo, el tipo de combustible, su peso y además las lecturas de odómetro a intervalos regulares de inspección. Al exigir una inspección vehicular anual para renovar la licencia de conducir, se aseguraría la posibilidad de monitorear el vkm del parque vehicular nacional. También reúnen diversas los despachos gubernamentales en apoyo a la promoción de políticas de transporte, ordenamiento territorial, planificación urbana, gestión de infraestructuras, planeación del transporte público, etc. Además, varias bases de datos internacionales presentan gran cantidad de información sobre el transporte, como las que figuran en el Recuadro 7.2.

Datos recopilados: Los tipos de datos recopilados para la elaboración de los indicadores son dos: de actividad y de energía, como se indica en la sección anterior. Entre los datos energéticos se incluyen las ventas de combustible reportadas por los proveedores de petróleo y por diversas empresas de servicios públicos como la electricidad y el gas. Entre los datos de actividad se incluye la distancia media viajada, el pkm y el tkm, el parque vehicular y tales características tecnológicas como la economía de combustible, la capacidad de los motores, el peso bruto, etc.

Costo asociado con los datos administrativos: Entre quienes respondieron a la encuesta de la AIE, la mayoría señaló que no se cobraba por los datos que debían recopilar. Sin embargo, aun si no hay costos directos, los indirectos se incurren en los diversos trámites requeridos: investigación de las fuentes administrativas existentes, análisis de la factibilidad del empleo de los datos con las organizaciones que los recopilan, negociación de acuerdos para su transferencia y utilización, y finalmente, transferencia de los datos a un formato adecuado para su uso.

Principales desafíos: Entre los desafíos más comúnmente enfrentados se incluye el largo proceso de recolección y procesamiento de la información (por ejemplo, de un formato impreso al digital), cuestiones de definición entre fuentes, manejo de datos incompletos, y el tiempo necesario para trabar relaciones con la organización o el servicio que proporciona los datos.

Encuestado

Entre las prácticas recopiladas por la AIE, se realizaban encuestas principalmente para el transporte vial, que a menudo abarcaba tanto el de pasajeros como el de mercancías; y en algunos casos, también el ferroviario, aéreo y marítimo. Obviamente, puede ser que no basten las encuestas por sí solas y que tengan que ser complementados con información obtenida de fuentes administrativas, mediciones directas o estudios de modelización. En los siguientes párrafos se resume las principales características de los estudios derivados de las prácticas recibidas por la AIE.

Cuadro 7.2 • Algunas fuentes internacionales de los datos de transporte

En esta sección se enumeran ciertas organizaciones internacionales que proporcionan los datos de transporte, ya sea a nivel sectorial en general o para determinado subsector de transporte. Los datos son obtenidos de sus miembros, los cuales son países o empresas de transporte, según el caso. Esta lista es sólo indicativa y de ninguna manera pretende ser exhaustiva.

Transporte en general

El **Foro Internacional de Transporte**⁽¹⁾ de la OCDE, una organización intergubernamental con 54 países miembros, reúne datos sobre una amplia gama de cuestiones de políticas de transporte, mantiene bases de datos históricos, y publica análisis e indicadores viales, ferroviarios y navegables sobre sus países miembros. Los datos se pueden acceder sin costo alguno.

Eurostat es la Oficina Estadística de la Unión Europea, la cual recopila datos basados principalmente en la legislación aplicada por los Estados miembros de la UE. Sus estadísticas de transporte⁽²⁾ abarcan el vial, ferroviario, aéreo, marítimo, por oleoducto y por vías navegables interiores, tanto de pasajeros como de mercancías.

Transporte público

La **Asociación Internacional de Transporte Público**⁽³⁾ es la red internacional de autoridades y operadores de transporte público, formuladores de políticas, institutos científicos y el sector de la prestación y los servicios de transporte público. Su base de datos Ciudades del Milenio incluye datos e indicadores de transporte público para cien de las ciudades del mundo al año 1995, como iniciativa de *benchmarking*.

Transporte vial

La **Federación Internacional de Carreteras**⁽⁴⁾ es una organización sin fines de lucro cuya misión es la de estimular y promover el desarrollo y mantenimiento de mejores carreteras, más seguras y más sostenibles. Su publicación anual *World Road Statistics* constituye una referencia internacional de estadísticas mundiales de carretera y vehículos, basadas en los datos recopilados a partir de fuentes oficiales en unos 200 países y regiones.

Transporte ferroviario

La **Unión Internacional de Ferrocarriles**⁽⁵⁾, una asociación profesional internacional que representa al sector ferroviario, produce estadísticas ferroviarias mundiales con datos de actividad que se remontan hasta el año 1970, así como varias publicaciones pertinentes adicionales.

Transporte aéreo

La **Asociación Internacional de Transporte Aéreo**⁽⁶⁾, la asociación comercial de las aerolíneas del mundo, opera varias colecciones de estadísticas a partir de las compañías aéreas, como "*Monthly International Statistics*" y la publicación anual "*World Air Transport Statistics*", que incluyen datos por actividad para el transporte de pasajeros y de mercancías.

La **Organización de Aviación Civil Internacional**⁽⁷⁾, es un organismo especializado de las Naciones Unidas, que también recoge datos por actividad en los vuelos internacionales y nacionales para el transporte de pasajeros y de mercancías.

(1) <http://www.internationaltransportforum.org/Home.html>.

(2) <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/transport/introduction>.

(3) <http://www.uitp.org/public-transport-sustainable-mobility>.

(4) www.irfnet.ch.

(5) <http://www.uic.org/>.

(6) <http://www.iata.org/services/statistics/stats/Pages/index.aspx>.

(7) <http://www.icaoadata.com/default.aspx>.

Propósito de la encuesta: El propósito fundamental de las encuestas es el de calcular el consumo energético del sector de transporte por subsector y por tipo de vehículo, así como el consumo medio de combustible por unidad de distancia recorrida, pkm y difusión del parque vehicular a nivel nacional y regional. Los propósitos más amplios son los de entender los comportamientos del conductor y la evolución de las tendencias, apoyar el desarrollo de las políticas destinadas a mejorar la seguridad vial, reducir el consumo de combustibles y reducir la contaminación ambiental.

Metodología de la encuesta: Entre las encuestas se incluyen las de movilidad, como las dirigidas a los conductores (por ejemplo, unidades familiares y propietarios de camiones), a quienes se les pide llevar un diario durante un período determinado. Otra encuesta de movilidad es la de las gasolineras, donde se pide a una muestra aleatoria de conductores en locales seleccionados información sobre su consumo de combustible y tipo de vehículo.

Diseño de la muestra: El muestreo aleatorio estratificado es el método más común en el diseño de encuestas nacionales de transporte. En las encuestas domiciliarias se muestrea la población adulta residente en el país; en las vehiculares se cubre el conjunto de vehículos motorizados o sólo determinados tipos, basando el muestreo en los registros de placas, en las listas de las empresas de carga y de transporte público; y las de gasolinera se muestrean al azar los vehículos que se reabastecen en establecimientos seleccionados. También se puede aprovechar las encuestas existentes de panel para definir la muestra. En esos casos, se pregunta sobre la propiedad de los vehículos para filtrar los encuestados no pertinentes.

Tamaño de la muestra: Debido a la diversidad de tamaños de los países y el elevado número de vehículos, varió de 3,000 a 67,000 el tamaño absoluto de las muestras en las prácticas reunidas por la AIE. Por lo general, las muestras representaban a menos del 1% de la población total.

Frecuencia: En la muestra de la AIE, las encuestas en el sector de transporte se realizan cada uno a tres años - la mayoría en forma anual y, en otros casos, no siguen ciclos regulares. La realización periódica de las encuestas no sólo garantiza la continuidad de los datos, sino que además posibilita mejorar la calidad de los datos mediante un esfuerzo continuo de fortalecimiento de capacidades.

Régimen jurídico de las encuestas: En la muestra de la AIE, aproximadamente la mitad de las encuestas fueron obligatorias, aunque no todos llevaban multas en caso de no responder. En un par de encuestas voluntarias, se ofrecían incentivos no monetarios.

Encuestados: Los encuestados suelen ser los propietarios de los vehículos privados de pasajeros, las empresas de transporte de carga, o las compañías ferroviarias y aéreas. En el caso de los vehículos de pasajeros, se les puede pedir a las familias información sobre su uso y propietarios.

Índice de respuestas: Los índices de respuestas pueden variar del 25% al 100%, y la puntuación más alta se observa sólo cuando son obligatorias, aunque en algunos casos las voluntarias también logran porcentajes muy elevados. La falta de respuesta y la subdeclaración pueden darse cuando los entrevistados las perciben como muy engorrosas, ya sea por la duración de la entrevista o por el número de datos solicitados en el cuestionario. La subdeclaración es cuando el encuestado no declara todos los viajes del vehículo. No es fácil detectarlo a raíz de un solo

encuestado, pero se evidencia en las estadísticas finales cuando se dispone de datos comparables provenientes de otras fuentes.

Métodos de recolección: Las encuestas pueden basarse en impresos, en entrevistas personales (en el domicilio o en un local comercial como son las gasolineras), o en las entrevistas telefónicas asistidas por una computadora. En uno de los casos, la encuesta se basó en un registrador electrónico portátil de datos. Esta práctica también es descrita en la sección sobre la medición.

Tiempo para completar la encuesta: El tiempo necesario para completar las encuestas varía desde unos pocos minutos hasta unas tres horas.

Elementos obtenidos: En la mayoría de las encuestas se recopila datos tanto de consumo energético como de actividad, incluido: el consumo anual por combustible, vkm y pkm; la economía de combustible; el peso y la capacidad del vehículo; y el volumen de mercancías transportadas (en el caso de carga), pero también información sobre el comportamiento de conducción, tales como los motivos de los viajes, la edad del conductor, las características de la carretera, y el gasto por combustible.

Fuentes de energía: Las fuentes de energía que suelen considerarse en las encuestas, son los derivados del petróleo, pero también el gas natural y la electricidad.

Tiempo total desde el diseño hasta el informe final: Varía el tiempo necesario para el diseño y la aplicación de una encuesta, desde un mínimo de seis meses hasta un máximo de aproximadamente un año. El tiempo total depende de los recursos necesarios para la ejecución del proyecto, las necesidades de formación del personal en la recolección y el procesamiento de los datos, el nivel de detalle de la información a ser reunida, y el proceso de validación para garantizar la calidad de los resultados. Conforme se repiten las encuestas, las organizaciones suelen ser más eficientes en la obtención de resultados.

Costos asociados con la encuesta: El costo de una encuesta depende de su coste laboral, nivel de detalle y estratificación, y tamaño de la muestra. De acuerdo con los costes estimativos recopilados en algunos países de la OCDE, una encuesta nacional del sector de transporte puede costar entre US\$ 100,000 y US\$ 1,6 millones. Con el fin de reducir los costos, se puede considerar la realización de una encuesta multiuso, en el que sólo una porción del cuestionario se ocupa del uso vehicular. Las personas o familias desprovistas de vehículos y carentes de interés en las estadísticas del tránsito vehicular, pueden ser tamizadas fácilmente por medio de una pregunta filtro. A fin de reducir los costos de instalación, se puede utilizar una encuesta de panel existente para la formación de una submuestra. En este caso, ya se encuentra establecido el marco del muestreo y se dispone de los antecedentes del panel para los estimativos.

Como método alternativo, parece que las encuestas de gasolinera con cuestionarios cortos, constituyen un método de relativamente bajo costo para la recolección de los datos preliminares del transporte vial. Aunque este tipo de encuesta puede ser una buena opción para países con sistemas menos desarrollados para la recopilación de datos, es posible que planteen los mismos retos de reproducibilidad que una encuesta aleatoria.

Principales desafíos: La mayoría de los encuestados señaló que los principales desafíos son el reducido índice de contestación y las respuestas de baja calidad, incompletas e incongruentes. Otros temas incluían la calidad del personal entrevistador y la necesidad de capacitarlos en la función para evitar inadecuados supuestos e interpretaciones de los resultados. Las encuestas a los conductores requieren que los encuestados completen un diario de viaje, pero existe la posibilidad de que los conductores se olviden, o que les resulte engorroso anotar a mano una docena de variables para cada viaje. Algunos países han puesto en marcha actividades que posibilitan el monitoreo de los vehículos por GPS y así contar con información más exacta y completa, además de evitar el sesgo hacia aquellos conductores que manejan poco o disponen de más tiempo para completar el diario de viaje.

Posibles mejoras: Varios encuestados señalaron que la calidad de los resultados podría mejorar de manera significativa al aumentar el tamaño de la muestra de la encuesta, aunque el presupuesto asignado podría imponer limitaciones estrictas. Entre otras sugerencias se incluye la simplificación de los cuestionarios y la aclaración de definiciones e instrucciones para cada pregunta, con el fin de disminuir la carga de trabajo para los encuestados. Una idea para incentivar las respuestas podría ser la de compartir los resultados de la encuesta con los encuestados y ofrecer consejos a los conductores, así como utilizar simples recordatorios por correo o por teléfono. Uno de los encuestados recomendó que, para que los conductores no se olviden de completar el diario de viaje, se mantenga en el coche el libro de registro para ser llenado cada vez que se detenga en una gasolinera. En algunos países se está dejando el uso de impresos a favor de un autoregistrador electrónico instalado en cada vehículo monitoreado, lo que facilita la presentación de informes.

Entre las posibles mejoras, también se incluye la inversión en la formación y las reuniones regulares entre entrevistadores para analizar sus desafíos. El simple hecho de mejorar la comunicación con los encuestados, podría aumentar significativamente la validación y el control de calidad de los datos.

Mediciones

En el caso de los indicadores de eficiencia energética en el sector de transporte, la medición es particularmente compleja por la heterogeneidad entre subsectores y modalidades/tipos de vehículos, y debido a la gran difusión de los vehículos. Estos factores dificultan la puesta en práctica de la medición de las muestras representativas de todo un país.

Por desgracia, sólo se presentó una práctica de medición para el sector de transporte, lo que limita la aplicabilidad general de algunos de los resultados aquí presentados y demuestra que este enfoque aún no se encuentra bien desarrollado para los indicadores de eficiencia energética en dicho sector. Sin embargo, la medición puede ser relevante como complemento de las encuestas vehiculares nacionales, como lo demostró la práctica recibida, la cual se ejecutó recientemente en base los monitores de a bordo. También es posible que en el futuro, se desarrollen enfoques innovadores, conforme surja la necesidad y disminuya el costo de los instrumentos de medición.

Los párrafos siguientes se basan en la práctica recibida y en información bibliográfica adicional, particularmente para las mediciones realizadas mediante la inspección de vehículos y los programas de monitoreo del tránsito³. Por otra parte, algunos de los elementos podrían ser inferidos a partir de la información recopilada de entre las prácticas para las fuentes administrativas, por ejemplo la lectura de los odómetros.

Propósito de medición: Por lo general, la medición en el sector de transporte se realiza con la finalidad de evaluar las pautas de consumo energético y el consumo de combustible por unidad de distancia recorrida, pero también para complementar la información de una encuesta o un estudio de modelización y para alimentar los modelos y estimativos. El objetivo general de las campañas de medición, es el de reducir el consumo de combustible y los gastos correspondientes. En el caso de los datos de actividad, también se realizan mediciones directas regularmente por medio de tales programas específicos como las inspecciones vehiculares, para fines de otorgamiento de licencias o control de contaminación, o los programas de monitoreo de tránsito, realizados para la recopilación de datos que describen el uso y rendimiento de los sistemas viales. La información contenida en la sección de este capítulo sobre las fuentes administrativas también hace referencia a este tipo de prácticas.

Subsectores abarcados: En la práctica recibida, las mediciones focalizan el transporte vial, especialmente el privado, como es el caso de los coches, furgonetas, SUV, taxis, camionetas y, más recientemente, los camiones, tractores y furgonetas de carga.

Diseño de la muestra: Por lo general, las muestras son diseñadas en base al muestreo aleatorio estratificado a partir de los registros de placas o las listas de vehículos vendidos por los fabricantes (en el caso de los vehículos nuevos). En el caso de las prácticas relacionadas con la inspección de vehículos, la muestra cubre todo el parque vehicular matriculado en el país, con gran exactitud en cuanto a los tipos de vehículos. En los programas de monitoreo del tránsito, la muestra debe incluir el conjunto de vehículos nacionales y extranjeros utilizados durante el período de la medición, dentro de la muestra objetivo de vías. Para estas mediciones, se debe ejercer gran cuidado en la selección de los sitios de conteo, de modo que la información sobre la intensidad del tránsito cubra una porción representativa de la red vial.

Tamaño de la muestra: En la práctica recibida, el tamaño de la muestra fue de aproximadamente 20,000 vehículos, o alrededor del 1% del parque total.

Frecuencia de las mediciones: No hay una sola frecuencia ideal para las iniciativas de medición. En el ejemplo anterior, las mediciones se realizan cada año. Por lo general, la inspección de cada vehículo es obligatoria cada 1-4 años y se realiza de forma continua. Los programas de monitoreo del tránsito posiblemente cuenten con datos más frecuentes, ya que algunos recuentos se realizan incluso de manera permanente.

Duración del monitoreo: Entre las iniciativas de medición, la duración del período de control es variable. En la práctica recibida, el periodo de medición es de

3. Véase un ejemplo de la descripción metodológica de un programa de monitoreo de tránsito en la "Traffic Monitoring Guide" (USDOT, 2013).

21 días. Los programas de monitoreo del tránsito pueden ser continuos (en los sitios se registra la distribución del tránsito las 24 horas del día, siete días a la semana, durante todo el año), o de corta duración (el flujo de tránsito se controla periódicamente, por ejemplo durante varias horas, y los contadores pueden ser movidos para una mejor cobertura geográfica y espacial).

¿Quién tomó las medidas y de qué manera?: En la práctica recibida, las mediciones fueron tomadas con la ayuda de un registrador que recibía los datos directamente de los motores vehiculares. Otros tipos de mediciones, como las inspecciones vehiculares, son realizados por los inspectores técnicos o las autoridades de control de la contaminación, tomando los datos mediante las lecturas de los odómetros. Por lo general, el monitoreo del tránsito es realizado por las autoridades locales de transporte con dispositivos manuales o automáticos.

Costo de las mediciones: No se recibió suficiente información como para ofrecer un estimativo correcto del costo de las mediciones en el sector de transporte. En general, los principales factores que inciden son el costo de los equipos y los de la mano de obra para su configuración (de ser necesaria) y la realización de las mediciones. Entre otros costos se incluyen los de diseñar la muestra, y de analizar y comunicar los datos. Para los programas de monitoreo de tránsito, hay que tomar en cuenta otras necesidades del personal en el caso de los recuentos manuales.

Principales desafíos: Los principales desafíos en la práctica recibida tienen que ver con el funcionamiento correcto de los equipos, el saber cómo utilizarlos y la comunicación con los encuestados. En los recuentos de tránsito, también existen retos en materia de los procedimientos de calibración y de procesamiento de datos para obtener los valores medios representativos del volumen de tránsito.

Recomendaciones: Una recomendación general sería el aprovechamiento de los procesos nacionales existentes de inspección vehicular obligatoria para la recopilación de los datos de eficiencia energética. En la práctica recibida, se obtiene información útil en apoyo a la campaña mediante un sitio Web con directrices para los encuestados, también en forma de preguntas frecuentes (FAQ) y con los resultados del estudio. Además, mediante un concurso entre los encuestados, se entrega un incentivo en efectivo, con sorteos mensuales que abarcan a todos los participantes que han completado sus aportes y devuelto el registrador de datos. Entre las buenas prácticas para los programas de monitoreo del tránsito, se incluyen: la aplicación de tecnologías informáticas para eliminar el procesamiento manual o electrónico de los datos, la actualización de los equipos en el sitio para incluir los módems celulares o de acceso telefónico, y el establecimiento de acceso a la red de fibra óptica, con lo cual se elimina la necesidad de visitas al sitios para la descarga de datos.

Modelización

La modelización forma parte integral del proceso de determinar el consumo energético por subsector y modalidad/tipo de vehículo en el sector de transporte, por sí mismo o como complemento de los resultados de otras metodologías, como por ejemplo las encuestas nacionales de movilidad. Ya que la modelización se basa en sus datos de entrada y supuestos, la calidad y exactitud de los mismos surtirán un fuerte impacto en la calidad de los resultados. Entre los principales pasos del

trabajo de modelización, se incluyen: creación del marco, establecimiento de las hipótesis, introducción de los datos, ejecución del modelo, validación del producto con los datos, y análisis de los resultados. Los párrafos siguientes se basan en las prácticas presentadas a la AIE sobre la modelización en el sector de transporte.

Propósito de la modelización: Generalmente se utilizan los modelos para calcular el consumo energético por subsector y todo el sector, así como para realizar estimativos de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En unas pocas prácticas, también sirven para la evaluación de diferentes escenarios de políticas (por ejemplo, opciones para la sustitución de combustibles, etc.).

Modalidades abarcadas: En su mayoría, los modelos ascendentes existentes abarcan las diferentes modalidades de transporte, incluido el vial, ferroviario, aéreo y marítimo, aunque algunos se centran únicamente en el vial, incluidos los transportadores privados, autobuses y camiones.

Tipos de modelos: La modelización del sector de transporte suele efectuarse con modelos estadísticos o de ingeniería de tipo ascendente. Puede constituir una representación estadística simple de los flujos del parque vehicular y su respectivo consumo energético, o seguir un enfoque más sofisticado de ingeniería, con detalles de los parámetros técnicos de los vehículos y su rendimiento.

Fuente del modelo: En la muestra de la AIE, cada uno de los modelos del sector de transporte es hecho a la medida. El aprovechamiento de un modelo existente tendría las ventajas del ahorro de tiempo y la posibilidad de aprender de otros que han utilizado el mismo. No obstante, deben ser personalizados para adaptarlos a la realidad específica de cada país. Se puede crear un modelo ascendente mediante una hoja de cálculo electrónica como MS Excel™.

Tiempo requerido: Las principales etapas de la modelización incluyen: diseño del modelo; introducción de los datos; calibración con los datos históricos nacionales; actualización periódica del marco, sus datos y supuestos; validación de los resultados del modelo; y análisis de los datos. Puede variar el tiempo necesario para la elaboración y calibración adecuada del modelo, dependiendo de su complejidad y de si se basa o no en otro existente, en cuyo caso la fase de diseño consiste únicamente en su actualización con los supuestos y datos personalizados. Todo el ejercicio de la modelización podría tardar entre unas pocas semanas y aproximadamente dos años.

Costo: En la muestra de la AIE, no se entregó suficiente información como para producir un costo estimativo. En términos generales, su coste es principalmente una función del costo de la mano de obra y posiblemente el del ingreso de los datos requeridos. Los modelos ascendentes pueden tomar desde unas pocas semanas a casi dos años, y también variaría mucho su correspondiente coste.

Frecuencia: En la muestra de la AIE, la mayoría de las prácticas de modelización se realiza de forma anual, aunque algunas fueron ejecutadas una sola vez. La repetición del ejercicio con el tiempo, permitiría mejorar el marco existente.

Principales insumos: Los modelos ascendentes dependen de la información como el consumo y la economía de combustible por modalidad, el pkm y tkm por modalidad, y el parque vehicular. Los modelos más detallados requieren de elementos adicionales como la difusión tecnológica y las características físicas por

modalidad/tipo de vehículo. Esta información puede ser obtenida de las encuestas nacionales o de tales mediciones como las recopiladas en las matrículas vehiculares. En ausencia de datos, habría que desarrollar un mayor número de supuestos para los estimativos del consumo energético de las diversas modalidades. Por lo general, los datos arrojados son validados con el conjunto de datos del consumo energético del sector, disponibles a partir de las estadísticas nacionales.

Principales productos: Se utilizan los modelos ascendentes para las aproximaciones del consumo energético de las distintas modalidades y tipos de vehículo. En algunos casos, también se calcula las emisiones de gases de efecto invernadero y se desglosa las tendencias del sector por los efectos de actividad, estructura y eficiencia. Algunos modelos también sirven para realizar proyecciones basadas en supuestos adicionales sobre el crecimiento de la demanda.

Validación de los resultados: Se valida los resultados de cada modelo con los datos nacionales existentes, como los obtenidos de los balances energéticos o las estadísticas nacionales de energía. La principal diferencia reside en el balance o las estadísticas de energía del país, empleados para validar el consumo energético total y por subsector obtenido del modelo, combinando los tipos de vehículos de carga y pasajeros. Sin embargo, no suele haber referencias nacionales para la validación por separado del consumo energético de mercancías y de pasajeros. En el caso de los modelos utilizados en el análisis de los escenarios de políticas, otro proceso de validación sería el de cotejar la prospectiva de períodos pasados con las series históricas reales.

Principales desafíos: En la muestra reportada a la AIE, el desafío más relevante es la falta de datos de entrada, lo que implica que aún es necesario mejorar la cobertura de las prácticas actuales de recopilación de datos en el sector de transporte. La calidad de los resultados de la modelización depende en gran medida de la de los datos de entrada y la exactitud de los supuestos. Por tanto, una cantidad o calidad deficiente afectará la fiabilidad de los estimativos del modelo y limitará sus posibilidades de ampliación. Entre otros desafíos se incluyen las cuestiones de control de calidad y la formulación adecuada de las hipótesis del modelo.

Recomendaciones: Para asegurar la continuidad de los resultados, se recomienda que los ejercicios de modelización sean mantenidos en el tiempo. En cuanto a los demás sectores de uso final, es vital contar con el compromiso del servicio encargado de la asignación de recursos para los ejercicios en curso y el fortalecimiento de las capacidades de modelización. Para que un modelo produzca buenos resultados, podría hacer falta hasta 15 años de trabajo en equipo y de actualización con tecnologías de punta. En el ejemplo del Modelo de Movilidad (MoMo) de la AIE, descrito en el Recuadro 7.3, se evidencia la importancia del esfuerzo continuo en el desarrollo de la modelización.

Cuadro 7.3 • Ejemplo de modelización del transporte: El Modelo de Movilidad (MoMo) de la AIE

El grupo de la AIE sobre Políticas de Tecnología Energética (PTE), ha diseñado un modelo de transporte (MoMo, "Fulton et al., 2009") que calcula el consumo energético por subsector y por modalidad/tipo de vehículo, a nivel regional y mundial, basado en una combinación de fuentes para los datos por energético y por actividad.

El modelo se basa en el marco "ASIF":

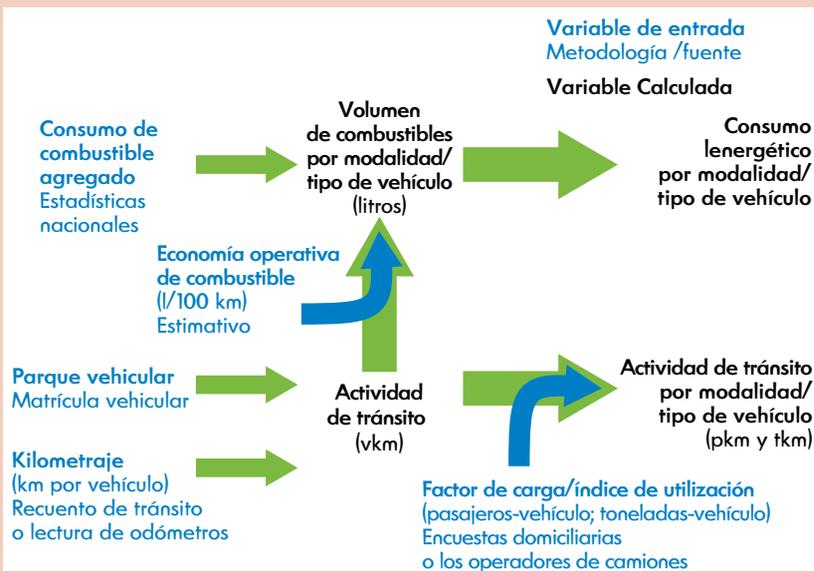
$$\text{Activity} \times \text{Structure} \times \text{Intensidad energética} = \text{Consumo de combustible}$$

La actividad de tránsito hace referencia a la distancia media recorrida, que se obtiene combinando las cifras del parque vehicular con el kilometraje promedio; la estructura se refiere a los porcentajes de los distintos tipos de vehículos en cada modalidad; y la intensidad energética representa el consumo medio por tipo de vehículo, que se calcula ajustando la economía de combustible teórica en la información del fabricante. Estas variables son utilizadas para determinar el consumo energético total. El producto del modelo es calibrado con las cifras totales del transporte, obtenidas de los balances energéticos nacionales.

El modelo también arroja un estimativo de la actividad de tránsito por segmento en pkm y tkm mediante la aplicación de las estimaciones promedio de ocupación y carga a los datos de las actividades de tránsito en términos de vkm, obtenidos de las encuestas domiciliarias y mercantiles.

En el siguiente diagrama se muestra esquemáticamente las variables de entrada y salida, así como algunos ejemplos de fuentes para los diferentes datos de entrada.

Figura 7.12 • Esquema de un modelo de transporte



Cuadro 7.4 • Enfoque en la carretera: Resumen de las principales metodologías de recopilación de datos

Given the importance of road in transport energy consumption, this box summarises the main features of existing approaches specifically used to collect road data, based on the *Handbook on Statistics on Road Traffic* (UNECE, 2007).

The four approaches presented collect road data based on different approaches: vehicle (odometer readings), driver (household surveys), road (traffic counts) and fuel consumption (estimation), as schematically shown in Table 7.4.

Tabla 7.4 • Esquema de algunas metodologías para la recopilación de datos viales

Enfoque	Metodología	Notas
Vehículos	Estadísticas de las lecturas de odómetro, tomadas durante inspecciones periódicas (incluido el control de contaminación).	Abarca únicamente los vehículos matriculados e inspeccionados en el país, y excluye la actividad de los vehículos extranjeros en el territorio nacional. Se debe obtener de otras fuentes los datos del tránsito generado por vehículos no inspeccionados.
Conductores	Estadísticas reunidas mediante encuestas domiciliarias a los propietarios de vehículos, por correo, teléfono o entrevistas presenciales. Recopilan información sobre los viajes realizados durante determinado período.	Abarca el conjunto de vehículos motorizados o sólo los tipos seleccionados. Podría aprovechar las encuestas de panel existentes para establecer una submuestra. Excluye las actividades de vehículos extranjeros en el territorio nacional.
Caminos	Recuento manual o automático del tránsito en determinados puntos de los segmentos de carretera, a menudo realizado por municipios locales y oficinas regionales para estudiar los niveles de tránsito y congestión. Las mediciones pueden ser continuas (todo el año) o de corto período. La nueva tecnología permite ahora la recopilación de datos sobre los viajes no motorizados, incluidos por bicicleta y a pie.	Incluye los vehículos nacionales y extranjeros. Escoger con cuidado los sitios de conteo como muestra estadística. Aunque se trata de un insumo básico para el cálculo del vkm nacional, pueden faltar detalles sobre las características de los vehículos y las tasas de ocupación.
Consumo de combustible	Los datos de tránsito y consumo de combustible son calculados de manera iterativa en base a múltiples fuentes de datos. Los datos de actividad (parque vehicular, kilometraje promedio) son obtenidos de encuestas o mediciones, y sirven de la base para calcular el vkm. El consumo de combustible es calculado en base a un estimativo de la economía de combustible operativa. El método toma el conjunto de ventas de combustible como variable de control para el consumo energético total.	Abarca todo tránsito dentro del territorio nacional, así como todo tránsito de los vehículos nacionales. Se debe tomar en cuenta el tránsito transfronterizo y el uso transfronterizo de combustible. Se requiere de supuestos sobre la economía de combustible promedia de los vehículos en las carreteras (dada la gama de edades y las pautas de consumo) en comparación con los ensayos de los fabricantes.

Validación de los datos

1

¿Por qué es importante validar los datos?

La validación es importante en toda recopilación de datos básicos, pero debe ser aún más sólida cuando éstos son elaborados, como en el caso de los indicadores de eficiencia energética. Por lo general, los datos para los indicadores de eficiencia energética son recopilados de diversas fuentes de datos mediante diferentes metodologías, por lo que es sumamente importante verificar su congruencia. Además, los indicadores de eficiencia energética suelen ser relaciones entre dos variables. Por un lado, esto presenta una oportunidad para verificar si se mantienen las relaciones anticipadas entre las variables, con lo cual se aporta a la evaluación de la calidad de los datos básicos. Por otra parte, las pequeñas incertidumbres o errores de numerador o denominador pueden conducir a cambios significativos (y a menudo incorrectos) en las tendencias de los indicadores y reducir la significancia de los datos en el monitoreo de la eficiencia energética.

Los indicadores de eficiencia energética son utilizados para la evaluación de la realidad del país, la prospectiva, la definición de políticas y medidas, y el monitoreo de los éxitos o fracasos, por lo que es de vital importancia contar con un proceso para la validación exhaustiva de los datos. Esto se aplica especialmente cuando las políticas y medidas pueden incidir en las inversiones, el desarrollo tecnológico y la vida cotidiana de la población a nivel nacional e incluso regional. De hecho, este impacto puede ser dramático en términos técnicos, monetarios y de comportamiento.

Por ejemplo, la prohibición de las bombillas incandescentes afecta no sólo la población de todo un país, sino además a los fabricantes e importadores de las mismas. Hay otro ejemplo pertinente en el sector transporte, donde la ejecución de un sistema de bonificación/penalización basado en el consumo energético de los coches nuevos, afecta no sólo a los compradores, sino también a los distribuidores y otras empresas, así como los ingresos fiscales, el ambiente, los formuladores de políticas, etc.

2

¿Cuáles son los principales criterios para la validación de los datos?

Debido a la importancia de contar con datos exactos, un buen proceso para la validación de datos estará integrado dentro del proceso de recopilación. El conjunto de verificaciones realizadas será específico en cada caso, pero podrían ser agruparse en cuatro áreas generales: cobertura/definiciones, congruencia interna, coherencia con las fuentes externas y plausibilidad. A continuación se presenta un breve resumen y en la siguiente sección se dará algunos ejemplos de controles específicos en cada sector de uso final.

Cobertura/definiciones

Mediante las verificaciones de cobertura y definición se garantiza que los datos recopilados cumplan con los requisitos predefinidos en términos de sectores, usos finales, geografía, tiempo, etc. Entre las más básicas están la verificación de los límites de cada sector, si el plazo es definido en años calendario o años fiscales, si los valores calóricos son brutos o netos, etc. Es más fácil obtener datos basados en definiciones constantes de los sectores si se emplea una categorización internacional como la Clasificación Internacional Uniforme Industrial de todas las Actividades Económicas (CIIU). Los indicadores de eficiencia energética son calculados mediante la combinación de los datos de energía y de actividad, a menudo procedentes de diferentes fuentes, como por ejemplo el consumo energético y el valor añadido de determinado subsector industrial. Por lo tanto, es esencial que cada una de las variables se refiera a exactamente los mismos límites. Para este fin, también es muy importante establecer claramente la definición de cada término, desde los tipos de combustible hasta los desgloses por uso final y actividad, y comunicarla eficazmente a los proveedores y usuarios de los datos.

Congruencia interna

Mediante las comprobaciones de congruencia interna, se mantiene las relaciones previstas entre los diversos elementos de cada conjunto de datos. Son ejemplos de comprobaciones básicas de congruencia interna las verificaciones aritméticas puntuales y los controles de constancia de los datos en el tiempo. Por ejemplo, por medio de una verificación aritmética se puede determinar si los totales igualan la suma de los subcomponentes - un requisito evidente pero pertinente. Suele producirse este tipo de incoherencias cuando las cifras provienen de diferentes fuentes. Una comprobación de la coherencia de los datos en el tiempo, podría servir para detectar discontinuidades y rupturas en las series, por ejemplo. Las rupturas, a menudo causadas por cambios de definición, fuente, clasificación, cobertura, metodología, etc., pueden dificultar el análisis de las series de tiempo y producir resultados erróneos.

En el caso de enmiendas en los datos históricos, es muy importante conocer los motivos de los mismos y determinar si se aplican o no a toda la serie. También es útil monitorear las series de datos buscando variables relacionadas y verificar si es justificable alguna divergencia en las tendencias.

Coherencia con las fuentes externas

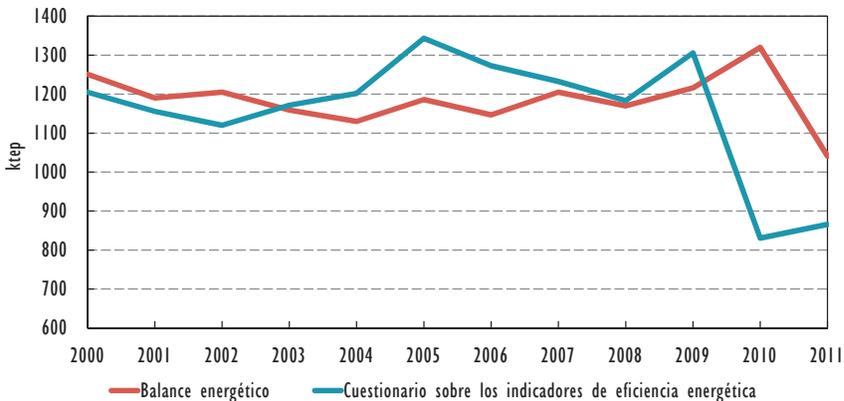
Mediante la verificación de coherencia con fuentes externas, se asegura que los datos recopilados guarden congruencia con los datos similares de otras fuentes (industrias, organizaciones, oficinas de estadísticas, etc.) y que toda discrepancia significativa sea explicable por diferencias en las definiciones, metodologías, coberturas, etc.

Entre las referencias que se podrían emplear para validar los indicadores de eficiencia energética, se incluyen: los balances energéticos de la Agencia Internacional de Energía (AIE), basados en los datos oficiales presentados por los gobiernos, pero limitados al consumo energético por sector; y la base de datos en

línea de la Evaluación Anual de Eficiencia Energética (ODYSSEE)¹, que proporciona datos más desagregados de energía y actividad, pero se limita principalmente a los países de la Unión Europea. Otras organizaciones nacionales e internacionales, como las direcciones nacionales de estadísticas, los ministerios, las asociaciones sectoriales, las Naciones Unidas, la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE), la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), etc., pueden publicar otros datos pertinentes sobre un tema en particular (producto interno bruto [PIB], biomasa, etc.).

En la Figura 8.1, consta un ejemplo de los problemas detectados al validar el consumo energético de un subsector industrial con los balances energéticos del mismo subsector.

Figura 8.1 • Consumo energético de un subsector industrial de un país, en basado al balance energético y los datos de eficiencia energética presentados a la AIE



Notas: Salvo otra indicación, las tablas y figuras en este capítulo provienen de los datos y análisis de la AIE. Ktep significa kilotoneladas equivalentes de petróleo.

Plausibilidad

Aun después de realizarse los demás tipos de controles, los resultados obtenidos pueden ser no razonables. Mediante los controles de verosimilitud se asegura que los valores estén dentro de los rangos esperados y que tengan sentido los datos e indicadores. Al nivel más sencillo, son ejemplos de tales verificaciones el comprobar que el consumo real de combustible no sea negativo o si los datos reportados como cero representan los verdaderos valores o simplemente no están disponibles. En un nivel superior, los controles de verosimilitud incluirían la revisión de las proporciones de los usos finales en el total, el monitoreo de las tendencias de los datos e indicadores, la comparación de los indicadores calculados con los valores referenciales (por ejemplo, los promedios y rangos del sector, otros valores nacionales, las mejores tecnologías disponibles, etc.), y otros.

1. Véase <http://www.indicators.odyssee-mure.eu/online-indicators.html>

La evaluación de la verosimilitud de los indicadores de eficiencia energética requiere de un conocimiento adecuado del tema, ya que la variabilidad de los datos e indicadores dependerá de las características del país, las prácticas del sector, las mejores tecnologías disponibles, etc. La pericia adicional de los analistas de las eficiencias o políticas energéticas, ayudaría a evaluar si la tendencia de determinado indicador es el resultado esperado de una nueva política, si corresponde al avance tecnológico, o si hay posibles problemas con los datos subyacentes.

3 ¿Cómo deben ser validados los datos para cada sector de uso final?

La validación de los datos para los indicadores de eficiencia energética, comprende un conjunto de controles generales realizados durante la recopilación de datos, tales como el análisis de las series históricas buscando interrupciones y valores atípicos, la evaluación de integridad, etc. Existe una bibliografía estadística muy amplia sobre este tipo de procedimientos. En esta sección nos centramos más bien en los procedimientos de validación específicos para los indicadores de eficiencia energética de los diversos sectores de uso final, descritos en los capítulos sectoriales. Se presenta una selección de controles de validación, agrupados de acuerdo con los criterios señalados anteriormente, para los datos de energía y actividad en los sectores residencial, servicios, industria y transporte. No pretende ser exhaustiva, sino ofrecer algunos ejemplos que aporten al diseño de un sistema sólido y completo para la validación, también en base a la información recibida por la AIE de varios países de la OCDE.

Sector residencial

Cobertura y definiciones

- La cobertura del sector residencial debe ser definida claramente. En particular, a menudo se confunden los límites entre los sectores residencial y de servicios; deben excluirse los datos del transporte familiar; etc.
- Debe ser clara la definición y cobertura de cada uso final, a fin de evitar las asignaciones erróneas. Por ejemplo, a menudo se reportan incorrectamente la iluminación y cocción como electrodomésticos; los ventiladores podrían asignarse como enfriamiento en vez de electrodomésticos, etc. En el Capítulo 4 se ofrece información detallada sobre la cobertura y las definiciones a nivel sectorial y de uso final.
- Debe ser claramente definido cada tipo de energético. Por ejemplo, las redes de calefacción urbana podrían reportarse como calor o como combustible para las plantas de calor.

Congruencia interna

- A nivel sectorial, el consumo energético total del sector residencial debe ser igual a la suma del consumo del conjunto de usos finales.
- A nivel de uso final, el consumo energético total de los electrodomésticos debe ser igual a la suma del consumo de cada categoría de los mismos (es decir, refrigeradores, televisores, etc.).

- A nivel de categoría de electrodoméstico (por ejemplo, refrigeradores), el consumo energético debe ser el promedio del consumo energético por unidad (consumo energético por unidad) y el número de unidades (existencias).
- En cuanto a los datos de actividad, se puede verificar una serie de relaciones. Por ejemplo:
 - ▶ El total de viviendas debe ser mayor al número de viviendas ocupadas.
 - ▶ El total de viviendas en un año dado debe ser mayor al total de viviendas del año anterior más el número de nuevas viviendas, siendo la diferencia el número de viviendas demolidas.
 - ▶ La superficie total calefactada no puede ser mayor al área total del piso.

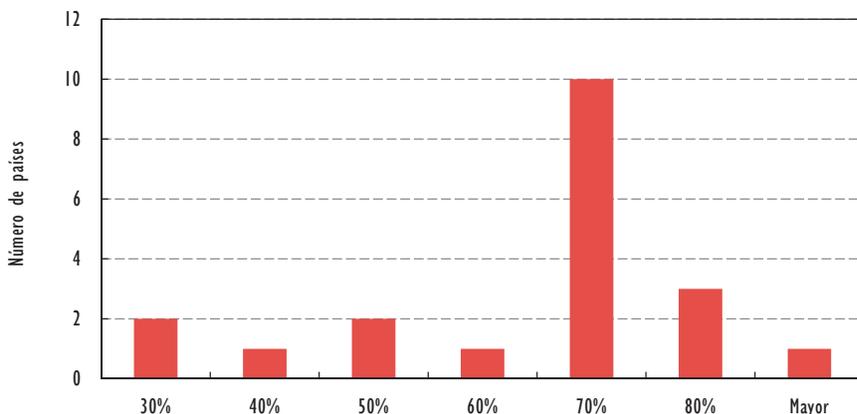
Congruencia con las fuentes externas

- El consumo energético total del sector residencial debe coincidir con los balances energéticos nacionales.
- El número total de viviendas debe corresponder a la cifra publicada por la dirección nacional de estadísticas.

Plausibilidad

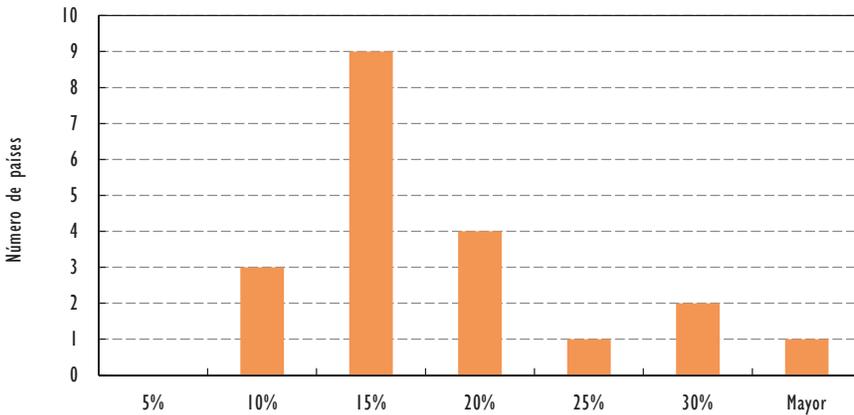
- Las proporciones de los distintos usos finales en el total del consumo energético residencial, así como las tendencias en los datos de actividad y los principales indicadores, deben reflejar claramente las realidades y los estilos de vida de cada país. A continuación algunos ejemplos:
 - ▶ Por lo general, la calefacción representa el mayor consumo energético en los países de clima frío. En la Figura 8.2 constan los rangos observados en los países seleccionados de la OCDE en cuanto a la participación de la calefacción en el consumo energético residencial.

Figura 8.2 • Participación de la calefacción en el consumo energético del sector residencial, en 20 países de la OCDE durante el año 2010



- ▶ La participación de los electrodomésticos en el total del consumo energético residencial, debe estar dentro de los rangos razonables (por lo general mucho menor al 40%), a menos que la desviación se explicara por otras circunstancias nacionales. En la Figura 8.3 constan las participaciones de los electrodomésticos en el consumo energético residencial, reportadas por los países de la OCDE.

Figura 8.3 • Participación total de los electrodomésticos en el consumo energético residencial de 20 países de la OCDE durante el año 2010



- ▶ Debe ser reducida participación de los electrodomésticos pequeños (como los teléfonos y las computadoras personales) en el total de los electrodomésticos, pero por lo general crece con el tiempo.
- ▶ El ratio entre las viviendas ocupadas y el total de viviendas debe reflejar la realidad del mercado de bienes raíces en el país.
- ▶ La superficie promedio calculada por vivienda (total de superficie / total de viviendas), debe reflejar la situación y los estilos de vida específicos de cada país y seguir una curva estable.
- ▶ El promedio calculado de ocupantes por vivienda (población total / viviendas ocupadas) debe reflejar la situación y los estilos de vida específicos de cada país y seguir una curva estable.
- ▶ Los indicadores de consumo energético por vivienda o por área de vivienda, debe seguir curvas estables.
- ▶ El consumo energético en calefacción y enfriamiento, debe ser coherente con las series históricas de los grados-día de calefacción (DGC) y los grados-día de enfriamiento (GDE), respectivamente.
- ▶ Deben estar dentro de rangos razonables el consumo energético unitario (CEU) de los electrodomésticos y el promedio diario del consumo energético unitario. En la Tabla 8.1 constan los valores observados en los datos de catorce países de la OCDE, recopilados por la AIE.

Tabla 8.1 • Rangos del CEU promedio para determinados electrodomésticos, observados en una selección de 14 países de la OCDE

kWh / año	Frigoríficos / congeladores		Lavaplatos		Lavadoras de ropa		Televisores / entretenimiento en el hogar	
	1990	2010	1990	2010	1990	2010	1990	2010
Mínimo	340	200	220	120	150	90	80	90
Mediana	510	390	370	230	300	190	140	170
Máximo	1 500	510	950	320	730	490	190	310

Sector servicios

Cobertura / definiciones

- Debe ser claramente definida la cobertura del sector servicios, enumerando las categorías de la CIIU incluidas, por ejemplo. En particular, a menudo se confunden los límites entre los sectores de servicios y de industria. En el Capítulo 5 consta información detallada sobre la cobertura y las definiciones.
- Debe quedar clara la definición de cada uno de los tipos de energéticos.
- En el caso de los indicadores basados en el valor agregado, los respectivos datos deben tener la misma cobertura / definición que los datos de energía correspondientes (por ejemplo, años calendario versus años fiscales; cobertura sectorial).
- El sector servicios incluye además los usos energéticos fuera de edificios, como el alumbrado público, que no son reflejados en algunos datos de actividad, tales como la superficie total del sector servicios.

Congruencia interna

- A nivel sectorial, el consumo energético total del sector servicios debe ser igual a la suma del consumo de los usos finales.
- En caso del desglose de los datos del sector en categorías de servicio, debe ser aditivo el valor añadido del año referencial. Por ejemplo, si el valor añadido se basa en precios constantes del año 2005, el valor agregado total de servicios para ese año, debe ser igual a la suma del valor añadido en todas las categorías del sector en 2005.

Coherencia con las fuentes externas

- El consumo energético total del sector servicios debe guardar coherencia con los balances energéticos nacionales.
- Tales datos macroeconómicos como el valor añadido y el número de empleados en el sector, deben coincidir con los datos de fuentes internacionales como la OCDE y el Banco Mundial. Toda desviación debe ser claramente explicada.

Plausibilidad

Entre los cuatro sectores, el de servicios es sin duda el que mayores dificultades presenta a la hora de establecer rangos significativos para la verificación de plausibilidad, por varios motivos: heterogeneidad del sector, realidades locales, clima, nivel de vida (hoteles, restaurantes), etc.

- La participación de cada uso final en el consumo energético total del sector servicios, debe seguir una curva estable una vez corregidas las variaciones climáticas.
- Las proporciones de los distintos usos finales en el consumo energético del sector servicios, las tendencias en los datos de actividad y los principales indicadores, deben reflejar claramente la realidad y los estilos de vida de cada país. A continuación algunos ejemplos:
 - ▶ El consumo energético en calefacción y enfriamiento, debe coincidir con las series históricas de DGC y DGR, respectivamente.
 - ▶ Deben seguir curvas estables los principales indicadores de consumo energético por superficie (calefacción y enfriamiento corregidos por temperatura, iluminación, etc.).
 - ▶ El cálculo de la superficie media por edificio (superficie total / número de edificios) debe seguir una curva estable.

Sector industrial

Cobertura / definiciones

- Debe quedar claramente definida la cobertura del sector industrial, con una enumeración de cada una de las categorías de la CIIU incluidas, por ejemplo. En particular, suelen confundirse los límites entre el sector servicios y el industrial. Además, los datos de las actividades relacionadas con el transporte deben ser incluidos en el sector transporte y excluidos del industrial.
- A nivel subsectorial, los límites deben quedar claros. Por ejemplo, en el subsector de hierro y acero, es importante verificar si en su consumo energético se incluye las pérdidas de transformación y el uso propio de energía en coquerías y altos hornos. Si resulta significativo el consumo energético en los sectores no especificados de fabricación, el de otros subsectores industriales puede quedar subestimado, lo que resultaría en una sobrestimación de la eficiencia de esos subsectores. En el Capítulo 6 constan los detalles de las coberturas y definiciones del sector y sus subsectores.
- Debe quedar claramente definida cada tipo de energético.
- En el caso de los indicadores basados en el valor agregado, los respectivos datos deben tener la misma cobertura / definición como los de la energía (años calendario versus años fiscales, cobertura sectorial y subsectorial, etc.). Cuando faltan o están fusionados los datos del consumo energético o el valor agregado de determinados subsectores, se requiere de un ajuste para que coincidan con la cobertura. Por ejemplo, si el consumo energético de los productos de caucho y plástico es incluido entre industrias no especificadas de fabricación o de química & petroquímica, el valor agregado de los respectivos subsectores debe ser ajustado como corresponde.

- Cuando los datos faltantes de un subsector se obtienen de una fuente independiente, hay que comprobar que no fueron incluidos en la industria de fabricación no especificada en los datos originales, con el fin de evitar una sobreestimación del consumo energético total de la industria.

Congruencia interna

- A nivel sectorial, el consumo energético total de la industria debe ser igual a la suma del consumo de todos sus subsectores.
- Debe ser aditivo el valor añadido del año referencial. Por ejemplo, si el valor añadido se basa en precios constantes al año 2005, las cifras correspondientes a la industria deben ser iguales a la suma del valor agregado del conjunto de subsectores industriales en ese año.
- Cuando un subsector puede ser desglosado en varios componentes, su consumo energético debe ser mayor o igual a la suma de los componentes disponibles. Por ejemplo:
 - ▶ Productos minerales no metálicos \geq Industria del cemento
 - ▶ Metales básicos = Hierro y acero + Metales preciosos y no ferrosos
- En el caso de los datos de actividad, cuando una mercancía puede ser desglosada en varios componentes, la producción física de ese producto debe ser mayor o igual a la suma de sus componentes. Por ejemplo, para la producción física:
 - ▶ Pulpa \geq pulpa química + pulpa mecánica
 - ▶ Papel recuperado \geq entintado + destintado
 - ▶ Papel y cartón \geq suma de los tipos de papel
 - ▶ Acero crudo \geq horno de acero básico de oxígeno + horno de acero de arco eléctrico + hierro de reducción directa

Coherencia con fuentes externas

- El consumo energético del sector industrial y sus subsectores, deben coincidir con los balances energéticos nacionales.
- Los datos macroeconómicos, como el PIB, el valor añadido y los tipos de cambio, deben ser coherentes con los datos de tales fuentes internacionales como la OCDE y el Banco Mundial. Toda desviación debe ser claramente explicada.
- La producción física de mercancías debe coincidir con los datos de tales fuentes internacionales como la FAO, el Servicio Geológico de Estados Unidos y la Asociación Mundial del Acero. Toda desviación debe ser claramente explicada.

Plausibilidad

- Las series del consumo energético en determinado subsector debe seguir tendencias similares al valor añadido y el producto físico correspondientes de ese subsector. Toda desviación debe ser claramente explicada.
- Algunos subsectores industriales suelen utilizar combustibles específicos, por lo que se anticipa que el consumo de éstos sea reportado en dichos subsectores. Por ejemplo:
 - ▶ Combustibles renovables y residuos en la industria de los minerales no metálicos
 - ▶ Combustibles renovables y residuos de la industria maderera

- ▶ Calor en la industria papelera
- ▶ Electricidad en la industria del aluminio
- La intensidad energética de cada subsector, ya sea por valor agregado o por unidad de producción física, debe seguir curvas estables y ser comparables con valores referenciales (otros países, la media de los subsectores industriales, las mejores tecnologías disponibles para el proceso específico, etc.). En la Figura 8.4 constan ejemplos de intensidades por valor añadido, observados en los países de la OCDE para tres subsectores industriales distintos, y en la Figura 8.5 se presenta ejemplos de intensidades por unidad de producción física en tres subsectores industriales. Ambas cifras se basan en los datos recopilados por la AIE.

Figura 8.4 • Rangos de intensidad por valor añadido en determinados subsectores industriales en 23 países de la OCDE al año 2010 (basado en la paridad de poder adquisitivo constante en USD al año 2005)

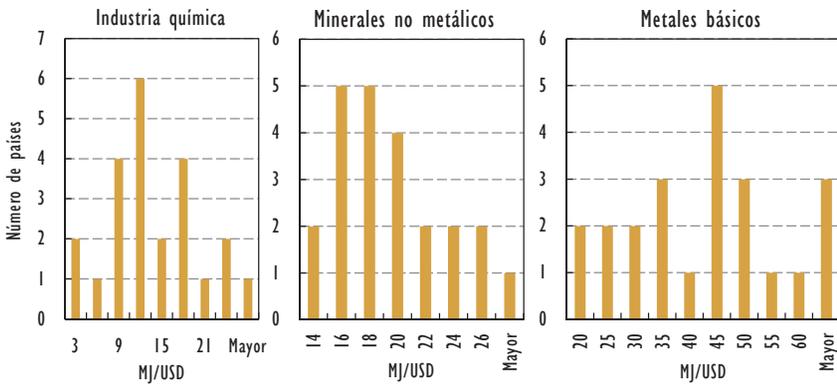
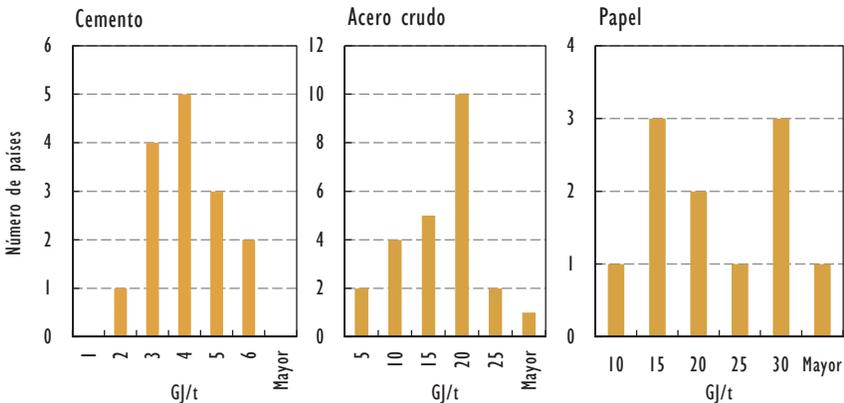


Figura 8.5 • Rangos de intensidad por unidad de producción física para determinados subsectores industriales en 15, 24 y 11 países de la OCDE al año 2010



Sector transporte

Cobertura / definiciones

- A nivel sectorial, deben quedar claras la definición y la cobertura. Por ejemplo, el consumo fuera de la vía, militar, pesquero y de oleoducto, debe ser excluido del sector transporte con fines de los indicadores de eficiencia energética.
- Se debe aclarar la definición y cobertura de cada subsector y modalidad/tipo de vehículo, a fin de evitar una asignación errónea. Por ejemplo, los datos del consumo energético y las actividades del bunker marino y de aviación internacional, deben ser excluidos de los del transporte marítimo y aéreo, respectivamente. En el capítulo 7 consta información detallada sobre las coberturas y definiciones.
- Debe quedar clara la definición de cada tipo de energético. Por ejemplo, las cantidades de biocombustibles deben ser reportadas aparte de la gasolina y el diesel vehicular.
- Si se reporta una cantidad significativa de combustibles como consumos no especificados, debe ser claro, por ejemplo, si sirve de estimativo para el turismo de gasolinera.

Congruencia interna

- A nivel sectorial, para cada fuente de energía, las cifras totales de consumo y de actividad deben ser iguales a la suma de las diferentes modalidades / tipos de vehículo. Por ejemplo:
 - ▶ El consumo energético total del transporte debe ser igual a la suma del conjunto de subsectores o modalidades / tipos de vehículo, tanto de pasajeros como de mercancías.
 - ▶ La distancia total recorrida en el transporte debe ser igual a la suma del conjunto de distancias recorridas en todos los subsectores o modalidades / tipos de vehículo, tanto de pasajeros como de mercancías.
- En el caso del transporte de pasajeros y mercadería, deben mantenerse la relación entre los datos de pasajeros-kilómetro (pkm) o tonelada-kilómetro (tkm), el vkm y la ocupación o carga:
 - ▶ $V_{km} = \text{parque vehicular} \times \text{distancia media recorrida por vehículo}$
 - ▶ $P_{km} = \text{vehículo-kilómetros} \times \text{ocupación media}$
 - ▶ $T_{km} = \text{vehículo-kilómetros} \times \text{carga promedio}$
- Los datos de consumo energético y los respectivos datos de actividad, deben ser coherentes y completos en todo el subsector y todas las modalidades / tipos de vehículo.

Coherencia con fuentes externas

- El consumo energético del sector transporte y todos sus subsectores (vial, ferroviario, aéreo, marítimo) debe ser coherente con los balances energéticos nacionales.
- Los datos macroeconómicos, como el PIB, deben ser coherentes con los datos de fuentes internacionales como la OCDE y el Banco Mundial. Toda desviación se debe ser claramente explicada.

- Los principales datos de actividad e indicadores, deben ser coherentes con las cifras de fuentes internacionales como el Foro Internacional de Transporte y otras, como las que figuran en el Recuadro 7.2 del capítulo sobre el transporte.

Plausibilidad

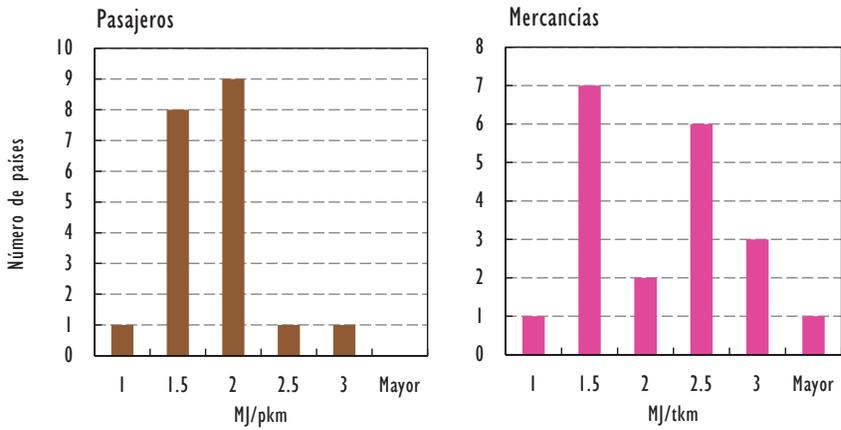
- Los datos del consumo energético deben necesariamente ser distintos de cero para algunos de los combustibles, según el subsector. Por ejemplo, se debe reportar el consumo de gasolina y gasóleo/diesel vehicular para el transporte vial, y el consumo eléctrico para el transporte ferroviario.
- Los datos de actividad y los principales indicadores de las distintas modalidades / tipos de vehículo, deben estar dentro de los rangos esperados y reflejar la realidad específica de cada país (tamaño, geografía, estilo de vida, etc.). A continuación algunos ejemplos:
 - ▶ Las cifras de la ocupación y carga promedio para las diferentes modalidades / tipos de vehículo, deben estar dentro de los rangos esperados. Por ejemplo, la carga esperada en el caso de los coches de pasajeros es de uno a cuatro ocupantes.
 - ▶ La distancia anual media recorrida por tipo de vehículo, debe ser razonable y reflejar las realidades específicas de cada país. Por ejemplo, un promedio razonable de distancia viajada en un año por los vehículos de pasajeros, sería de 5 000 km a 20 000 km.
 - ▶ El ahorro medio de combustible para los vehículos viales (es decir, el consumo de combustible por distancia recorrida), calculado a partir de los datos de consumo y de actividad, debe ser razonable, pero puede diferir de los valores teóricos de la economía de combustible reportados por los fabricantes, por tipo de vehículo, para acomodar los hábitos de conducción, la ocupación, las condiciones del tránsito, etc. En general, mejora con el tiempo la economía de combustible promedio de los vehículos viales.
 - ▶ El consumo energético por pkm y por tkm de cada modalidad, debe seguir curvas estables y mantenerse dentro de unos rangos razonables.

En la Tabla 8.2 constan los rangos de valores para determinados datos de actividad, y en la Figura 8.6 se señalan rangos de consumo energético por pkm y por tkm en los países de la OCDE, según los datos recopilados por la AIE.

Tabla 8.2 • Rangos anuales de carga y distancia recorrida, reportados para un grupo de 20 países de la OCDE en el año 2010

	Ocupación / carga promedio			Distancia media recorrida por año (miles de km)		
	Vehículos livianos de pasajeros (pasajeros)	Autobuses (pasajeros)	Vehículos viales de mercancías (toneladas)	Vehículos livianos de pasajeros	Autobuses	Vehículos viales de mercancías
Mínimo	1.2	7	0.5	9	22	13
Mediana	1.6	13	2.5	13	37	19
Máximo	1.9	38	3.8	18	143	48

Figura 8.6 • Rangos de consumo energético reportados por pkm y por tkm para el transporte de pasajeros y de carga, para una selección de 20 países de la OCDE



Difusión de los datos

1

¿Por qué es importante la difusión?

Carece de sentido recopilar estadísticas e indicadores sin propósito ni meta; sólo se debe hacer cuando haya necesidad de ellos. Tampoco tiene sentido recolectar y procesar estadísticas si no van a ser difundidas adecuadamente. Por lo tanto, es de suma importancia que los estadísticos y analistas se cercioren que sus resultados serán bien distribuidos.

No hay ninguna fórmula mágica para diseñar una estrategia óptima de difusión pero, como suele ser el caso en las estadísticas, hay ciertos principios clave a seguir con el fin de maximizar el uso de los datos e indicadores energéticos.

La primera regla es identificar su público objetivo, a ser los primeros usuarios de la información. De hecho, existe un amplio abanico de posibles grupos de destino, entre ellos formuladores de políticas, analistas, empresas, periodistas, académicos y el ciudadano medio. Cada colectivo tiene su propio interés, manera de ver la información y capacidad para entender los datos y seguir explorando e interpretándolos.

Por ejemplo, posiblemente quienes gestionan políticas dispongan de pocos minutos para absorber un informe. Por tanto, es importante al transmitir el mensaje ser conciso y preciso, utilizar gráficas o tablas claras, y dar una explicación o declaración bien redactada, poderosa e impactante, que a su vez podrá ser remitida a otros por el responsable de las políticas.

En el otro extremo están los analistas e investigadores que pueden pasar días estudiando y escudriñando una base de datos en búsqueda de información adicional que apoye sus propios análisis, informes y mensajes. No se satisfacen con una sola gráfica o tabla, sino que quieren acceso completo a toda la base de datos con el fin de seleccionar y manipular los datos que desean.

Así, por un lado, existe una evidente necesidad de gráficos y mensajes concisos, pero por el otro, también se requiere de acceso completo a bases de datos abiertas. En muchos casos, será necesario satisfacer estas dos necesidades por los mismos medios. Por lo tanto, la difusión es multidimensional y la labor de los estadísticos y analistas no debe limitarse a la recopilación y el procesamiento de datos, sino también abarcar la difusión como aspecto importante de su trabajo principal.

De hecho, algunos estadísticos suelen concentrarse en reunir y el procesar datos, y se olvidan de la importancia del mercadeo de sus resultados mediante una estrategia de difusión bien diseñada.

2 ¿Cuáles son los principios básicos a seguir?

Como en todo trabajo estadístico, hay algunos principios clave a seguir en la difusión de los datos o en la comunicación de los análisis o de la información derivada de éstos.

Sin duda es imperativo garantizar la buena calidad de los datos a la hora de su difusión. En realidad, la divulgación de datos o mensajes erróneos, basados en información incorrecta, sería contraria a los objetivos y contraproducente. En consecuencia, sólo se debe emitir datos de buena calidad, lo cual supone su verificación minuciosa (véase el Capítulo 8) para lograr cierto nivel de confianza.

No sólo que los datos deben ser de calidad comprobada, sino que han de ser claramente definidos para evitar toda ambigüedad. Un ejemplo es el consumo de la calefacción en el sector residencial: se debe indicar claramente si la temperatura ha sido corregida por grados-día de calefacción.

De igual importancia es el uso de los metadatos, que constituyen información adicional sobre el método empleado en la recopilación de los datos y algunos detalles que debe conocer el usuario al utilizarlos. Deben ser redactados claramente y de fácil acceso. Por lo general se aplican a las bases de datos, pero también pueden ser agregados a los gráficos o diagramas.

Si los metadatos son importantes para las bases de datos, los mensajes claros y concisos son esenciales para una mejor comprensión de las gráficas o tablas. Al mostrar los datos en forma gráfica, asegúrese de que la tabla muestra lo que desea enfatizar, con un mensaje claro, conciso y de fácil entendimiento.

Hay que definir claramente las unidades empleadas. Por ejemplo, la intensidad energética, que es la relación entre la oferta total de energía primaria y el producto interno bruto (PIB), a menudo es reportada en TEP por USD. Sin embargo, es esencial mencionar si el PIB es calculado por los precios de mercado o por la paridad de poder adquisitivo (PPA). Además, se debe identificar claramente el año referencial del PIB: USD 2000, 2005, 2010, u otro año.

Al presentar las series históricas, la consistencia es un elemento importante. Las tendencias deben basarse en un mismo método para la recopilación de datos a lo largo de los años, a fin de evitar brechas o interrupciones debido a cambios de metodología. En casos excepcionales, cuando no hay otra alternativa que utilizar series inconsistentes, se debe alertar de este hecho al usuario mediante metadatos o notas adecuadas.

Sólo los datos no confidenciales deben ser difundidos. En las estadísticas de eficiencia energética, al igual que en otros campos, los estadísticos deben respetar las cláusulas de confidencialidad y los actos jurídicos. De hecho, dado el nivel de detalle de una porción de la información solicitada, las posibilidades de tener problemas de confidencialidad son mucho mayores cuando se trabaja en los indicadores de eficiencia. Este podría ser el caso del consumo energético por tonelada de productos específicos elaborados por apenas 2 o 3 empresas.

Si no se puede alcanzar un acuerdo con las empresas, la solución podría ser unir el consumo y la producción de productos de similares características, aun con el riesgo de la pérdida de información útil.

Al divulgarse información a través de una base de datos, el acceso y manejo de la misma debe facilitarse en lo posible.

Al emplear los gráficos o tablas, éstos deben ser lo más sencillos posible, de fácil lectura y entendimiento, e ir acompañados de la información necesaria para facilitar la comprensión, con mensajes cortos, claros y enérgicos para poner de relieve los puntos principales.

Cuadro 9.1 • Los mensajes deben ser cortos pero claros

Los dos ejemplos siguientes ilustran la necesidad de mensajes cortos, pero no demasiado imprecisos, a fin de dar al lector los elementos necesarios para su rápida comprensión.

1) Mensajes referentes al consumo de calefacción en un país:

a) Un mensaje impreciso:

El consumo para la calefacción ha disminuido en el año 2013.

b) El mismo mensaje, pero más detallado sin dejar de ser conciso:

El consumo para la calefacción en el sector residencial se redujo en un 5% en el año 2013. En parte, esto se debió al invierno menos intenso, con un 4% de grados-día de calefacción menor que en el 2012.

Sin dejar de ser corto, el mensaje menciona el sector, la magnitud de la disminución y una explicación de la misma.

2) Mensajes referentes a la intensidad energética del subsector cementero en un país:

a) Un mensaje impreciso:

Mejoró la intensidad energética de la producción cementera nacional en el año 2013.

b) El mismo mensaje, pero más detallado sin dejar de ser conciso:

En el año 2013, el cierre de tres cementeras antiguas y su sustitución por dos nuevas plantas eficientes, ha llevado a una mejora del 4% en la intensidad energética de este subsector, que ahora es un 2% menor a la media mundial.

Sin dejar de ser corto, este mensaje menciona la magnitud de la mejora en términos relativos y ofrece una explicación. También hace una comparación con el promedio mundial.

3 ¿Qué medios de difusión deben ser utilizados?

Hay varias maneras de difundir los datos e indicadores: desde las grandes bases de datos hasta los tweets en la red social. Incluyen publicaciones, folletos, una página escrita, artículos de revista, boletines de prensa, sitios Web, CD, aplicaciones de teléfono móvil, etc.

Los medios de difusión a adoptar dependerán en gran medida del grupo objetivo. Los formuladores de políticas rara vez acuden a las bases de datos, pero sí leen informes resumidos. Los analistas prefieren realizar sus propios análisis y manipular los datos, para lo cual utilizan las bases de datos. Por lo tanto, es esencial identificar claramente el público objetivo y preparar diferentes medios de acceso para cada uno.

Al dirigirse a varios grupos, uno debe tratar de aprovechar varios medios para no privilegiar a uno por sobre otro, con la esperanza de satisfacer todas las necesidades y expectativas. Por lo tanto, es importante adoptar una estrategia de difusión multimedia.

En las siguientes páginas consta una enumeración, aunque no exhaustiva, de formas de difundir los datos para determinados sectores, países y organizaciones. Se incluye ejemplos de publicaciones y páginas Web de cada sector: residencial, servicios, industria y transporte.

También se dedica una página a una breve introducción al Informe del Mercado de Eficiencia Energética de la AIE. Este informe da la plena dimensión de la eficiencia energética, ya que complementa una serie de cuatro informes existentes sobre el petróleo, el carbón mineral, el gas y los renovables.

Otra página está dedicada a los Indicadores de Eficiencia Energética en el sitio Web del proyecto ODYSSEE MURE de la Comisión Europea.

4 Algunos ejemplos de prácticas de difusión

Mantenerlo sencillo pero eficaz

Sector residencial

Department of Energy and Climate Change, Reino Unido

National Sample Survey Office, India

Sector servicios

Central Statistics Office, Polonia

Natural Resources Canada

Sector industrial

Cement Sustainable Initiative

International Aluminium Institute

Sector transporte

Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)

Centro Regional de Energías Renovables y Eficiencia Energética (RCREEE)

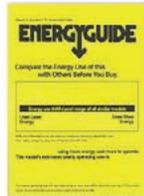
Informe del Mercado de Eficiencia Energética, AIE

Indicadores de Eficiencia Energética en Europa, ODYSSEE MURE

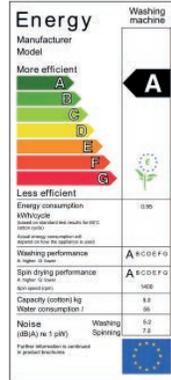
Mantenerlo sencillo pero eficaz



Singapur



Estados Unidos



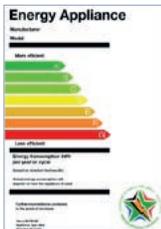
Unión Europea



Vietnam



Canadá



Sudáfrica



Hongkong, China



Australia

No es siempre necesario buscar mensajes y representaciones muy sofisticados para los indicadores.

Suelen ser muy eficaces las ilustraciones simples, como se aprecia en algunas de las etiquetas y guías energéticas diseñadas en todo el mundo.

El etiquetado es de hecho un gran indicador popular para los electrodomésticos y coches nuevos, y sirve cada vez más respecto al rendimiento térmico de las viviendas.

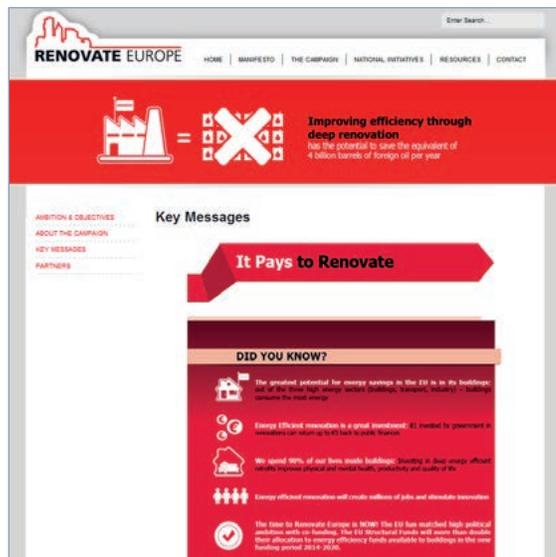
Es interesante observar no sólo lo creativo de las etiquetas, sino también su grado de homogeneidad.

Enlace: selección de sitios Web

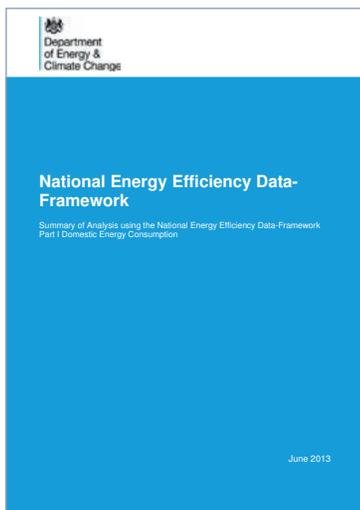
Al margen de los meros indicadores, el buen diseño de las ilustraciones y los mensajes puede constituir un vector poderoso para atraer la atención tanto de los formuladores de políticas como del ciudadano común sobre los beneficios de la eficiencia.

El sitio de *Renovate Europe* es un buen ejemplo de los mensajes cortos pero de gran alcance, con sus comparaciones del ahorro de fácil entendimiento

Enlace: www.renovate-europe.eu/renovate-europe-campaign



Sector residencial: *Department of Energy and Climate Change, Reino Unido*

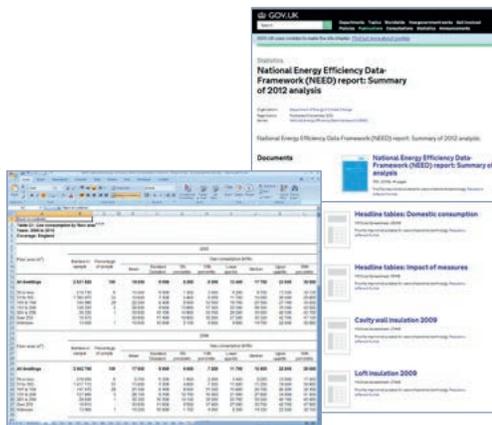
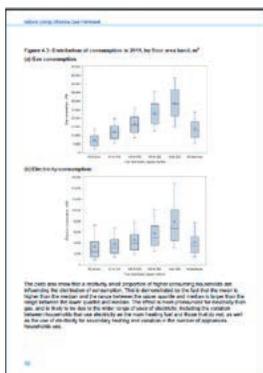


En junio de 2013, el Departamento de Energía y Cambio Climático publicó un informe muy completo basado en el *National Energy Efficiency Data-Framework* (NEED), creado para mejorar la comprensión del uso de energía y la eficiencia energética en edificios domésticos y no domésticos. El informe abarca el consumo energético al año 2011 por los atributos de cada propiedad, por las características del hogar, por región y por clasificación socio-demográfica. También incluye las tendencias del consumo energético por medio de series históricas.

El informe se centra en el consumo eléctrico y de gas natural, y ofrece una visión estadística del mismo mediante gráficos de distribución, así como varias descomposiciones medianas.

Se complementa con un segundo informe, Parte II, en el que se resume los efectos de las medidas de eficiencia energética. Cada publicación es complementada con las tablas de datos disponibles, con un informe en el sitio Web del DECC y otras herramientas que posibilitan al usuario producir desgloses personalizados.

Enlace: www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/209089/National_Energy_Efficiency_Data-framework_June_2013_Part_1.pdf



El informe ofrece una distribución de fácil lectura de gráficos de consumo por superficie, así como comentarios relevantes.

El informe se complementa con tablas de datos, con información detallada de NEED. Un menú completo ayuda al usuario acceder a los datos necesarios con un solo clic.

Sector residencial: National Sample Survey Office, India....



La dirección nacional de encuestas por muestreo del Indian Ministry of Statistics and Programme Implementation, publicó en septiembre de 2012 un informe estadístico muy completo sobre las fuentes de energía en los hogares de la India para la cocción e iluminación.

En este informe se menciona el desglose de los hogares de la India por principal energético para la cocción e iluminación. Los desgloses son muy detallados, ya que se dan para los sectores rurales y urbanos de cada territorio estatal y de unión, así como para el país en su conjunto.

El informe incluye los dos energéticos modernos (GLP, queroseno, ...), así como los tradicionales (leña y virutas de madera, estiércol, ...)

Enlace: www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Energy%20Sources%20of%20Indian%20Households.pdf

The collage contains several elements:

- Table 1:** A table showing the percentage of households using different energy sources for cooking and lighting, categorized by state and urban/rural status.
- Fig. 1:** A grid of pie charts showing the distribution of energy sources by primary source of energy used for cooking, broken down by state and urban/rural status.
- Sample Design and Estimation Procedure:** A text-based section explaining the methodology, including the use of the 66th round of the NSS and the selection of households.
- Questionnaire Form:** A detailed form with various sections for recording household information, energy sources, and other relevant data.

Los resultados son presentados en tablas detalladas, y también en algunas gráficas agregadas

En un anexo del informe consta además un diseño de muestras y el procedimiento de estimación, así como una copia del cuestionario de la encuesta

Sector servicios: *Central Statistics Office, Polonia*



La Oficina Central de Estadísticas (GUS) de Polonia, en cooperación con la Agencia Nacional de Conservación Energética de ese país, ha comenzado a preparar una publicación anual sobre la **eficiencia energética polaca** como parte de la serie titulada “*Information and Statistical Papers*”.

El objetivo de la publicación es el de presentar los indicadores de eficiencia energética generales y sectoriales, junto con su análisis. Tras analizar algunas cuestiones metodológicas (como grados-día) se presenta una amplia selección de indicadores energéticos para los últimos 10 años en los principales sectores económicos.

El informe abarca varios sectores: industrial, residencial, transporte, servicios, así como plantas de calor, centrales térmicas y generadoras eléctricas.

Enlace a la versión de 2013 (en inglés): http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/ee_energy_efficiency_in_Poland_2001-2011.pdf

of branches is the ratio of the final energy consumption in these industries to their value added.

Energy consumption in constant structure is calculated using Divisia method in such a way that the product of the dynamic of energy intensity in constant structure and effect of the structural changes provides dynamics of the energy intensity. The effect of structural change was calculated as the weighted sum of the growth rates of the individual components. The growth rates are defined as the natural logarithm of the relative change in the value added of the total industry in the subsequent years, and the weights are the shares of average energy consumption in the industry in the total consumption in the subsequent years.

Climate correction is based on the correlation between energy consumption and outdoor temperature. The consumption is proportional to the Heating Degree Days (SD). The constant heating share approach in calculating of final energy consumption with climate correction ZEF^{SD} is based on the following formula:

$$ZEF^{SD} = \frac{ZEF}{1 - 0.9 \alpha \left(1 - \frac{\text{Actual SD}}{\text{Long-term average SD}} \right)}$$

where: ZEF - final energy consumption, SD - degree days number, α - heating share in total energy consumption in dwelling sector.

Heating Degree Days is introduced to enable control and comparison of energy consumption for heating. It expresses a product of number of heating days and difference between the average temperature of heated room and average outdoor temperature. Numbers of SD degrees in a given year according to Eurostat methodology is calculated as follows:

$$SD = \sum_{i=1}^N \frac{|18^{\circ}\text{C} - t_{o,i}|}{24} \quad \text{if } t_{o,i} \geq 15^{\circ}\text{C}$$

$$\text{if } t_{o,i} < 15^{\circ}\text{C} \quad \text{[day-deg-year]}$$

where: $t_{o,i}$ - mean outdoor temperature for i day, [°C]; $t_{o,\min}$, $t_{o,\max}$ - minimum and maximum temperature of the i day, [°C]; N - number of days per year.

According to Eurostat and the Eurostat assumption, the mean outdoor temperature of the heating day should be less than 15°C.

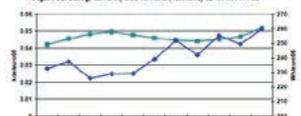
Long term average calculated for years 1990-2004 amounts to 5435.77.

Claras observaciones metodológicas y definiciones de conceptos básicos como grados-día

2.7. Service sector

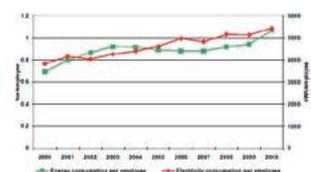
Energy intensity of value added¹ in the services sector was showing slight fluctuations and in 2010 it amounted to over 0.05 kg/USD. Energy intensity of services sector was growing by 2.1%/year. At the same time it is the most efficient in terms of energy sector of national product creation. Electricity intensity of value added was increasing in years 2000-2010 by an average of 1.1% per year.

Figure 22. Energy intensity and electricity intensity in service sector



In the case of energy and electricity consumption per employee an irregular trend can be seen in the period 2000-2010 (Fig. 23). Energy consumption has increased in the early years of the period, then came to a stabilization of consumption. In 2010 strong growth of consumption occurred. The average growth rate of this indicator amounted to 4.4% per year. In case of electricity consumption per employee the growth was more regular and amounted to 3.1% per year.

Figure 23. Energy consumption and electricity consumption per employee of the service sector



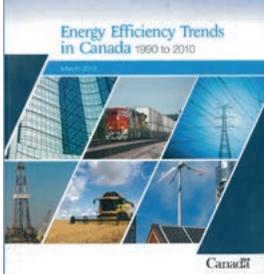
Gráficos selectos de la intensidad energética y el consumo por empleado

Sector servicios: *Natural Resources Canada*



En su sitio Web, Natural Resources Canada alberga una base de datos muy completa de datos e indicadores de eficiencia energética. Su *“Comprehensive Energy Use Database”* ofrece una visión general de los mercados energéticos sectoriales en Canadá y en cada región del país. Abarca cinco sectores principales: residencial, comercial / institucional, industrial, transporte y agrícola.

Para cada sector, la *Comprehensive Energy Use Database* muestra gran número de tablas resumidas de la utilización de energía secundaria y las emisiones de GEI por tipo de actividad y por uso final.



Estas tablas tienen como propósito el de complementar los datos publicados en el *Energy Use Data Handbook*. Natural Resources Canada también publica *Energy Efficiency Trends in Canada*, que responde al compromiso canadiense de dar un resumen exhaustivo del uso de energía secundaria y sus respectivos gases de efecto invernadero (GEI) en el país. La publicación también rastrea las tendencias de la eficiencia energética.

Enlace: http://oee.nrcan.gc.ca/corporate/statistics/neud/dpa/comprehensive_tables/list.cfm?attr=0

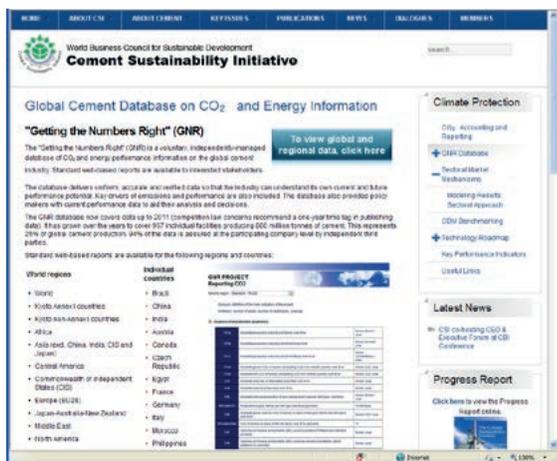
	1990	2000	2007	2008	2009	2010
Total energy use (PJ)	167.0	143.3	143.3	143.3	143.3	143.3
Energy Use by End-Use (PJ)						
Commercial	47.4	49.2	53.7	53.1	53.1	47.6
Industrial	67.2	52.8	50.3	47.3	47.3	52.0
Transportation	4.4	3.4	3.0	3.1	3.1	3.4
Residential	48.0	38.3	36.3	36.3	36.3	36.3
Electricity	7.1	10.5	13.4	13.4	13.4	13.4
Lighting	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
Water Heating	26.2	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3
Space Heating	9.4	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
Street Lighting	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GHG Emissions (Mt CO2e)						
Commercial	14.4	16.2	18.6	18.6	18.6	18.6
Industrial	19.6	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
Transportation	4.4	3.4	3.0	3.1	3.1	3.4
Residential	20.2	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9
Electricity	3.2	4.6	5.7	5.7	5.7	5.7
Lighting	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Water Heating	11.0	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4
Space Heating	3.3	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
Street Lighting	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Intensity (kg CO2e/\$)	10.2	11.3	12.2	12.2	12.2	12.2

	1990	2000	2007	2008	2009	2010
Space Conditioning Energy Use for Educational Services (PJ)	4.4	4.2	2.7	2.7	2.7	2.7
Energy Use by Energy Source (PJ)						
Electricity	3.9	3.7	2.3	2.3	2.3	2.3
Natural Gas	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4
Intensity (kg CO2e/\$)	66.4	64.0	47.0	47.0	47.0	47.0
Energy Intensity (kg CO2e/\$)	66.4	64.0	47.0	47.0	47.0	47.0

Muestra de tablas sobre el uso de energías secundarias y emisiones de GEI por uso final de todo el sector comercial / institucional de Canadá

Ejemplo de datos detalladas del consumo de energías secundarias para un sector específico (servicios educativos) y un uso final específico (aire acondicionado)

Sector industrial: *Cement Sustainable Initiative*



Con la *Cement Sustainability Initiative* del Consejo Mundial de Empresas por el Desarrollo Sostenible se propone una base de datos voluntaria, gestionado de forma independiente, con información sobre el rendimiento energético y el CO₂ en la industria cementera mundial.

La base "Getting the Numbers Right" (GNR) contiene datos hasta el año -1; se podría presentar datos más recientes, pero

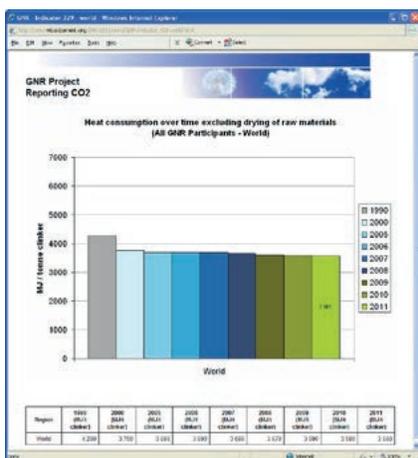
debido a preocupaciones por la ley antimonopolio, se recomienda un retraso de un año en la publicación de datos.

Ha crecido con los años para abarcar unas 1,000 instalaciones individuales que producen el 25% de la producción mundial de cemento. El 94% de los datos a nivel de empresa participante es seguro por terceros independientes. También se dispone en la Web de informes estandarizados para 12 regiones y 16 países.

Enlace: www.wbcsdcement.org/index.php/key-issues/climate-protection/gnr-database

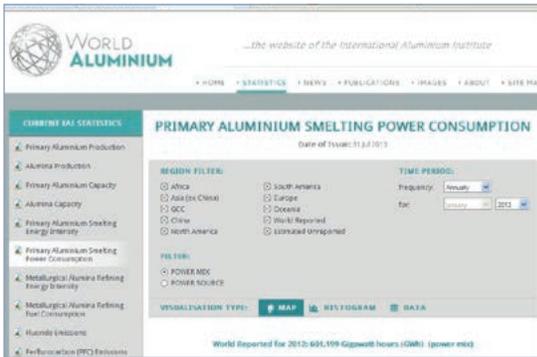


Selección de un menú de datos de producción, consumo y emisiones de CO₂



Ejemplo de un gráfico y una tabla (consumo de calor por tonelada de clinker)

Sector industrial: *International Aluminium Institute*



World Aluminium, el sitio Web del Instituto Internacional del Aluminio, contiene gran cantidad de datos relacionados con el consumo energético y la matriz de potencia / combustible en la producción, capacidad, fundición y refinación del aluminio y la alúmina, así como algunas intensidades y otros indicadores de desarrollo sostenible.

El *International Aluminium Institute* fue establecido en el año 1972 y en la actualidad sus miembros representan más del 60% de la producción mundial de bauxita, alúmina y aluminio, aunque los datos presentados en *World Aluminium* tienen cobertura mundial.

Incluyen series históricas desde el año 1973 hasta el mes más reciente, de forma mensual para la producción y anual para los demás conjuntos de datos.

Son presentados a nivel mundial o regional, dependiendo del dataset, y pueden ser visualizados en varios formatos (tablas, gráficos, cuadros y mapas) y descargados en formato CSV. El usuario también puede filtrar o combinar los datos y visualizar los resultados de diversas maneras adaptadas a sus necesidades.

World Aluminium también incluye notas útiles sobre definiciones, fuentes y agregaciones.

Links: www.world-aluminium.org/statistics/#data
www.world-aluminium.org/publications/tagged/statistics/

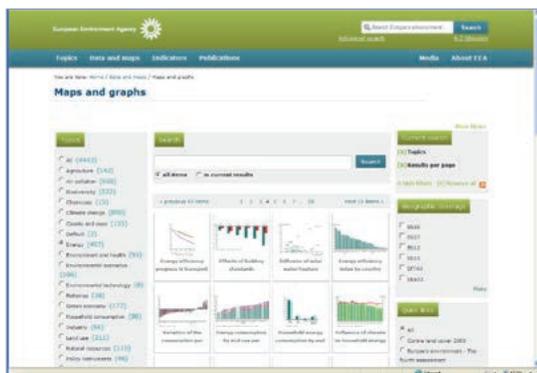
Year	Africa	Asia (excl. China)	CISC	China	North America	South America	Europe	World
1985	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
1986	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
1987	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
1988	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
1989	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
1990	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
1991	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
1992	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
1993	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
1994	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
1995	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
1996	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
1997	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
1998	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
1999	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
2000	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
2001	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
2002	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
2003	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
2004	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
2005	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
2006	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
2007	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
2008	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
2009	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
2010	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
2011	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70
2012	40.00	11.70	11.00	10.00	10.70	10.70	10.70	10.70



Ejemplo de indicador relacionado con el consumo energético por tonelada de alúmina (1985-2012) por región seleccionada

Ejemplo de mapa de fácil entendimiento, acompañada con de las definiciones adecuadas

Sector transporte: Agencia Europea de Medio Ambiente



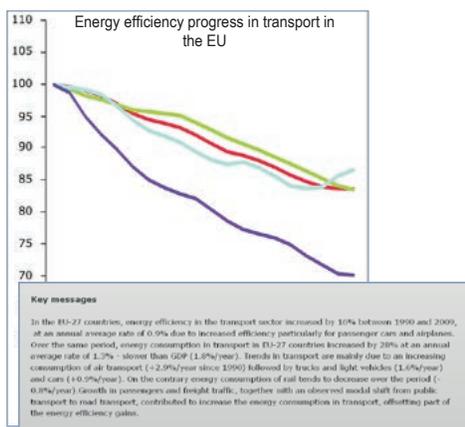
La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) ha publicado en su sitio Web una gran cantidad de información, informes, artículos, estadísticas y bases de datos sobre una variedad de temas relacionados con el medio ambiente. Van desde "A" de Agriculture o Air Pollution hasta la "W" de Waste o Water. Ya que la combustión de combustibles y el uso de energía en

general son responsables de la mayor parte de las emisiones de CO₂, en el sitio Web de la AEMA consta una gran selección de estadísticas e indicadores sobre el sector energético y, en particular, en el sector transporte.

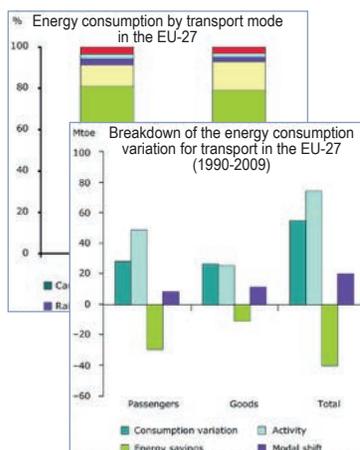
El sitio se sirve de menús de fácil manejo y con unos pocos clics se obtiene acceso a los temas, informes, gráficos y datos buscados. Además, el sitio ofrece las fuentes de la información y, cuando sean necesarios, los metadatos detallados.

Contiene además preguntas y respuestas, ya sea mediante textos o gráficos y cuadros más detallados, como se muestra en el siguiente ejemplo con respecto a la cuestión de políticas: ¿Se torna más eficiente el transporte?

Enlace: www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures#c5=energy&c9=&c15=all&c0=15&b_start=45

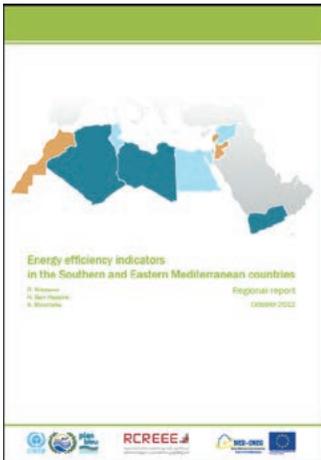


Gráfica seleccionado sobre los avances de la eficiencia energética del transporte en la UE, con un recuadro de texto que comunica un mensaje importante al lector



Mayores informes a través de gráficos adicionales para una entender mejor los avances (en su caso) en la eficiencia energética del transporte en la UE

Sector transporte: *Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency*



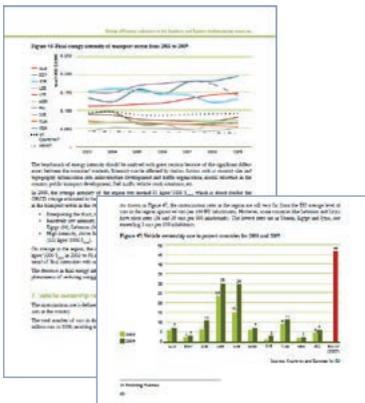
El Plan Bleu, en cooperación con el **Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency (RCREEE)** ha iniciado un proyecto con el objetivo principal de echar a andar un nuevo proceso en los países de la región con varios objetivos, entre éstos la creación de capacidades, la difusión de una cultura de indicadores entre los responsables políticos, la sensibilización respecto a cuestiones de disponibilidad y fiabilidad de los datos energéticos y socioeconómicos para la elaboración de indicadores. El proyecto está orientado a diez países del Mediterráneo meridional y oriental.

En octubre de 2012, el RCREEE publicó un documento exhaustivo sobre la **eficiencia energética en los países del sur de oriente del Mediterráneo**, que abarca los indicadores de

varios sectores clave, desde el de transformación de energías hasta el de agricultura y pesca, incluidos indicadores selectos del sector transporte.

Tratándose de un documento regional, ofrece comparaciones entre los 10 países de la región respecto a su situación actual y la evolución de ésta desde el año 2003. También se plantean recomendaciones claras para llevar adelante el proceso.

Enlace: www.rcreee.org/sites/default/files/rs_eeindicatorsinthesouthernandeasternmediterraneancountries_2012_en.pdf



Gráficos selectos con datos brutos respecto al parque de coches particulares, la propiedad de los vehículos y la evolución de la intensidad energética final en el sector transporte. Se añaden comentarios útiles a los gráficos.



Gráfico ilustrativo del consumo energético específico de los vehículos particulares por país en los años 2003 y 2009. También se ofrecen comentarios.

Energy Efficiency Market Report, IEA



A partir del año 2013, la AIE ha venido publicando un informe anual del mercado de eficiencia energética, como complemento de su serie inicial "Market Trends and Medium-Term Prospects" sobre petróleo, gas natural, carbón mineral y renovables. El ahorro mediante la eficiencia energética no es tanto un "combustible oculto", sino que en realidad podría convertirse en el "primer combustible", lo cual explica por qué un informe sobre la eficiencia energética cabe dentro de una serie sobre las fuentes de energía primaria.

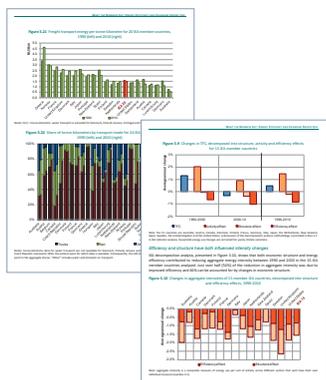
En el informe se incluyen varios capítulos sobre políticas, mercados, tecnologías, estudios de caso e indicadores. Es basado en gran parte en las estadísticas de eficiencia energética recopiladas por la AIE e incluye un capítulo entero sobre "Lo que nos dicen

las cifras: eficiencia energética y cambios en el uso de energía". En este capítulo se considera en primer lugar las tendencias mundiales, y luego se presenta una serie de indicadores para los sectores industrial, residencial y transporte.

Para algunos países miembros de la AIE, de los cuales existen datos detallados, el informe contiene un conjunto de gráficos respecto a los cambios en el consumo y las intensidades, desagregados en varios efectos (actividad, estructura, eficiencia), así como numerosos gráficos sectoriales desglosados por sector o actividad.

En el sitio Web de la AIE, también se incluye una página entera sobre la eficiencia energética, en la cual se cubre los diversos aspectos del trabajo de la AIE en materia de eficiencia energética, desde las estadísticas energéticas hasta los indicadores, medidas y políticas.

Enlaces: www.iea.org/W/bookshop/add.aspx?id=460
www.iea.org/topics/energyefficiency/



Gráficas selectas con el desglose del consumo sectorial y su descomposición



La página Web de la AIE incluye una página entera dedicada al trabajo de la AIE en materia de eficiencia energética

Indicadores de eficiencia energética en Europa, ODYSSEE MURE



ODYSSEE MURE es un proyecto financiado por el Programa de Energía Inteligente para Europa de la Comisión Europea y coordinado por la ADEME. Su objetivo es el de monitorear las tendencias europeas en materia de eficiencia energética y medidas de política.

El proyecto cuenta con dos bases de datos exhaustivas: ODYSSEE y MURE. ODYSSEE contiene, por un lado, los datos detallados sobre los impulsores del consumo de energía por uso final y subsector y, por el otro,

indicadores relativos a la eficiencia energética y el CO₂. MURE constituye una base de datos sobre las medidas de política.

La página Web de ODYSSEE y MURE contiene gran cantidad de información y documentación respecto a los indicadores de eficiencia energética en Europa, incluido tanto el nivel macro como los sectores industrial, servicios, residencial y transporte. Los principales indicadores pueden ser visualizados de varias maneras, incluidos los mapas, las series históricas y el "top ten" de cada uno. Se ha añadido nuevas funcionalidades para facilitar la consulta de los indicadores de ODYSSEE.

También hay un enlace a toda la base de datos de ODYSSEE, que contiene indicadores mucho más completos y detallados sobre los países de la UE, así como los datos brutos correspondientes.

Enlace: www.odyssee-mure.eu/



Ejemplo en el que se destaca un mapa, gráfico y tabla de la intensidad energética final



En la publicación Energy Efficiency Trends in the EU también constan gráficos y mensajes impactantes sobre los indicadores de eficiencia energética

Anexo A

Abreviaturas, siglas y unidades de medida

1 Abreviaturas y siglas

AIE	Agencia Internacional de la Energía
CEPI	Confederación de Industrias Papeleras Europeas
CEU	Consumo energético unitario
CFT	Consumo final total
CIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas
CO ₂	Dióxido de carbono
CSI	<i>Cement Sustainability Initiative</i>
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GDC	Grado-días de calefacción
GDE	grados-día de enfriamiento
GLP	Gas licuado de petróleo
GPS	Sistema de posicionamiento global
HAE	Horno de arco eléctrico
HDV	Vehículos pesados
HOB	Horno de oxígeno básico
HRD	Hierro de reducción directa
IAI	Instituto Internacional del Aluminio
IFA	Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (siglas inglesas)
ITF	Foro Internacional de Transporte
LED	Diodos emisores de luz
LFC	Luces fluorescentes compactas
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OCDE	Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo
ODYSSEE	<i>Online Database for Yearly Assessment of Energy Efficiency</i>
OMM	Organización Meteorológica Mundial
PIB	Producto interno bruto
PLDV	Vehículos livianos de pasajeros
PPA	Paridad de poder adquisitivo
SUV	Vehículo utilitario deportivo
UE	Unión Europea
UIC	Unión Internacional de Ferrocarriles (siglas francesas)

2

Unidades de medida

EJ	exajulio (10^{18} julios)
GJ	gigajulio (10^9 julios)
kg	kilogramo
km	kilómetro
ktep	kilotoneladas equivalentes de petróleo
kWh	kilovatio hora (10^3 vatios hora)
MJ	megajulio (10^6 julios)
Mtep	millones de toneladas equivalentes de petróleo
MWh	Megavatio hora (10^6 vatios hora)
pkm	pasajero-kilómetro
t	tonelada
tkm	tonelada-kilómetro
tep	tonelada equivalente de petróleo
USD	Dólares de Estados Unidos
vkm	vehículo-kilómetro

Anexo B

Definición de los sectores

En la siguiente tabla consta la definición de los límites de los cuatro sectores (residencial, servicios, industria y transporte) ilustrados en la Figura 3.4 del presente manual, para los fines de los indicadores de eficiencia energética, de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU), Revisión 4, donde es posible la asignación.

Tenga en cuenta que estas definiciones sectoriales pueden diferir ligeramente de las empleadas en los balances energéticos de la AIE. Por ejemplo, el uso no energético en cada uno de los sectores se excluye de los indicadores de eficiencia energética; algunos procesos de transformación son incluidos en el subsector de hierro y acero; varios subsectores no son cubiertos en este manual, sino que se agrupan bajo "Otros".

Tabla B.1 • Correspondencia de los sectores con la CIIU, Revisión 4

Sectores	Correspondence to ISIC Rev. 4
Sector residencial	Reportar los combustibles consumidos por los hogares, incluidos "los hogares con personas empleadas, CIIU, Divisiones 97 y 98."
Sector servicios	Reportar los combustibles consumidos por las empresas y oficinas de los sectores público y privado. CIIU, Divisiones 33, 45, 46, 47, 52,53, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84 (a excepción de la Clase 8422), 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96 y 99.
Sector industrial	
<i>Hierro y acero</i>	CIIU Grupo 241 y Clase 2431. El consumo en coquerías y altos hornos, normalmente parte de los procesos de transformación y del autoconsumo en la industria energética, se incluye aquí para fines de los indicadores de eficiencia energética.
<i>Química y petroquímica</i>	CIIU, Divisiones 20 y 21
<i>Metales no ferrosos</i>	CIIU, Grupo 242 y Clase 2432
<i>Minerales no metálicos</i>	CIIU, División 23. Reportar las industrias de vidrio, cerámica, cemento y demás materiales de construcción.
<i>Maquinaria</i>	CIIU, Divisiones 25, 26, 27 y 28. Reportar la fabricación de productos metálicos, maquinarias y equipos distintos a los de transporte.
<i>Equipos de transporte</i>	CIIU, Divisiones 29 y 30

Sectores	Correspondence to ISIC Rev. 4
<i>Alimentos y tabaco</i>	CIIU, Divisiones 10, 11 y 12
<i>Madera y derivados</i>	CIIU, División 16
<i>Papel, pulpa e impresión</i>	CIIU, Divisiones 17 y 18. Incluye la producción de soportes grabados.
<i>Textiles y cuero</i>	CIIU, Divisiones 13, 14 y 15
<i>Industrias no especificados en otra parte</i>	CIIU, Divisiones 22, 31, 32, así como toda industria manufacturera no mencionada en lo anterior ni como "Otras".
Sector transporte	Reportar los combustibles utilizados en toda actividad de transporte, independientemente del sector económico de la actividad, a excepción del uso militar.
<i>Transporte vial</i>	
<i>Transporte ferroviario</i>	
<i>Transporte aéreo</i>	CIIU, División 51
<i>Transporte marítimo</i>	CIIU, División 50
Otros - no tratados en este manual	
<i>Minas y canteras</i>	CIIU, Divisiones 07 y 08, y Grupo 099
<i>Construcción</i>	CIIU, Divisiones 41, 42 y 43
<i>Agua potable, saneamiento, gestión de residuos</i>	CIIU, Divisiones 36, 37, 38 y 39
<i>Agricultura / silvicultura</i>	Reportar los combustibles consumidos por usuarios clasificados por la CIIU como de agricultura, caza y silvicultura, como sigue: CIIU, Divisiones 01 y 02.
<i>Pesca</i>	Combustibles suministrados para la pesca interior, costera y en alta mar. Incluye además la energía utilizada en el sector de la pesca tal y como se especifica en la CIIU, División 03.
<i>Transporte por ducto</i>	
<i>Otros sectores no especificados</i>	Actividades no reportadas en otra parte, incluido el uso militar de combustibles para todo consumo móvil y estacionario (por ejemplo, marítimo, aéreo, vial y la energía empleada en los alojamientos), sin importar si es con fines militares de ese país o de otro país.
<i>Usos no energéticos</i>	Abarca el conjunto de combustibles utilizados con fines no energéticos en todos los sectores.

Anexo C

Corrección por temperatura y grados día de calefacción

La energía necesaria para la calefacción, depende en gran medida de la temperatura exterior, cuyo impacto en el consumo fácilmente puede ocultar los efectos de las mejoras en la eficiencia energética. Por ejemplo, durante un año puede reducirse drásticamente la energía necesaria para la calefacción en un país, simplemente por tener un invierno excepcionalmente cálido; en otro país, la reducción del consumo por mejoras de eficiencia en los sistemas de calefacción, puede ser más que compensada por los requisitos adicionales de un invierno extremadamente frío.

Por lo tanto, si se ha de controlar con precisión la evolución del consumo para calefacción en el sector residencial y de servicios, es esencial eliminar el impacto de las variaciones de temperatura y producir datos con corrección climática. Una de las metodologías más comunes adoptadas para tales correcciones es el de los grados-días de calefacción (GDC).

GDC constituye una medida simplificada de la intensidad y duración del clima frío durante un período determinado en un lugar específico. El valor de GDC durante una temporada, por ejemplo, un invierno, es determinado restando para cada día la temperatura media diaria de una temperatura base preestablecida, y sumando los días del período en los cuales la temperatura media del aire exterior es inferior a dicha base. Cuando la temperatura del aire exterior es igual o mayor a la temperatura base, los GDC son cero. Mientras mayores son los grados-día de calentamiento, más fría la temporada y la mayor la cantidad de energía requerida para la calefacción. GDC se puede definir como:

$$\text{GDC} = \sum_{\substack{k=1 \\ T_{base} > T_k}}^n (T_{base} - T_k)$$

donde: T_{base} es la temperatura base.

T_k es la temperatura media del día k .

n es el total de días en el período dado.

Como se señaló anteriormente, hay dos factores clave en el cálculo de GDC. El primero es la temperatura base, que debe fijarse al nivel del aire exterior en el cual suelen arrancar sus sistemas de calefacción los residentes de una región determinada. Este nivel puede variar en diferentes regiones, dependiendo de muchos factores, tales como su tolerancia de las temperaturas frías, la diversidad de su cartera de tipos de construcción, las propiedades térmicas de sus edificios, su densidad demográfica, etc. Por ejemplo, la temperatura base en el Reino Unido es normalmente de 15,5°C, mientras que en Estados Unidos suele ser de 65°F (equivalente a 18°C). La temperatura base debe determinarse cuidadosamente en función de las características de la región, ya que tendrá un efecto en la corrección climática de los datos del consumo energético. También puede evolucionar con el tiempo, por ejemplo, si la población comienza a encender su termostato a mayores temperaturas exteriores.

El segundo factor es la serie histórica de temperaturas medias diarias. La forma más sencilla de calcularlas sería promediar las temperaturas máximas y mínimas $(T_{min} + T_{max})/2$ por el día. Un cálculo más preciso sería un promedio de las lecturas más frecuentes, por ejemplo cada hora, para evitar que las fluctuaciones irregulares de temperatura tengan demasiado impacto en la media.

Por ejemplo, si la media en un día es de 5 grados por debajo de la temperatura base, habría cinco GDC ese día. Para obtener el GDC anual, se suman los valores positivos por cada día del año.

Otra complicación es la necesidad de calcular series históricas de GDC, nacionalmente representativas, ya que puede variar entre las distintas regiones de un mismo país. El cálculo del GDC nacional requiere de la aplicación de los pesos adecuados, por lo general relativos al número de residentes u hogares, al GDC de cada región.

Cuando se dispone del GDC nacional, los datos del consumo energético para la calefacción pueden ser corregidos según las variaciones de temperatura. A continuación consta un posible procedimiento para la corrección:

$$\text{Consumo energético}_{(\text{corr},i)} = \frac{\text{Consumo energético}}{1 - \sigma_{\text{calor}} (1 - \tau_{\text{calor},i})}$$

donde: El consumo energético_(corr,i) es el consumo energético corregida por el año i ;

$\tau_{\text{calor},i}$ es el factor de corrección de la temperatura o la relación entre GDC en un año i y el GDC media anual del período bajo análisis; y

σ_{calor} es la elasticidad para el ajuste de las necesidades de calefacción, que a menudo se supone igual a 1.

Con dicha corrección se pretende eliminar las fluctuaciones en el consumo energético debido a las de temperatura en el año, en comparación con la temperatura media del país. Por ejemplo, si un año tiene 500 GDC y el promedio anual para el país es 250, la corrección para la calefacción sería la mitad del consumo energético real (suponiendo que el factor de elasticidad es igual a 1). Obviamente, sigue siendo difícil la comparación internacional de los indicadores de eficiencia para la calefacción, ya que un país que en promedio es más fría que otro, necesitará consumir más para calentar la misma superficie.

De modo similar, los grados-día de enfriamiento (GDE) constituyen una medida de la intensidad del clima cálido para corregir el consumo energético en el enfriamiento.

Cuadro C.1 • Posibles fuentes de datos meteorológicos

Se puede obtener las series históricas de GDC y GDE de un país de su servicio meteorológico nacional. A nivel local, las autoridades aeroportuarias pueden informar las temperaturas para una región determinada en el largo plazo. A nivel internacional, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) cuenta con enlaces a diversos servicios meteorológicos nacionales.

El Departamento de Energía de Estados Unidos cuenta con los datos meteorológicos para más de 2 100 sitios: 1 042 en Estados Unidos, 71 en Canadá y más de 1 000 en otros 100 países del mundo. Las series climatológicas de estos lugares, organizadas por región y país según la clasificación de la OMM, pueden ser descargadas sin costo en las páginas del paquete "Energy Plus Energy Simulation Software".

* Véase http://www.wmo.int/pages/index_en.html. ** Véase http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/weatherdata_about.cfm.

Anexo D

Recopilación de prácticas de países

Cada una de las 160 prácticas seleccionadas en este Anexo está presentada con un único formato. El tener un formato en común es indudablemente una ayuda para la lectura y facilita las comparaciones entre prácticas.

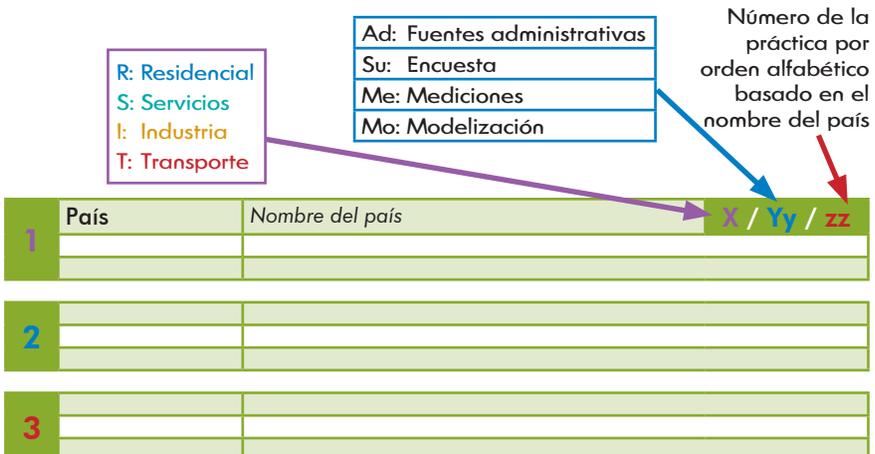
La Figura D.1 presenta las principales claves para entender una práctica. La primera línea da el nombre del país en donde la práctica se ha puesto en obra y un código numérico. La primera letra del código corresponde al sector (por ejemplo, R para Residencial); las dos siguientes letras corresponden a la metodología utilizada en la práctica (por ejemplo, Su para encuesta). Le sigue el número de la práctica para el sector y la metodología correspondientes. El número es atribuido por orden alfabético basado en el nombre del país.

La plantilla en sí se divide en 3 partes: la primera parte (1) proporciona información sobre el contexto de la práctica (objetivo de la práctica, organización a cargo, etc.); la segunda parte (2) presenta información detallada sobre la recolección de datos (o datos de entrada/salida en el caso de modelización): diseño de la muestra, tamaño de la muestra, frecuencia, datos recolectados, etc. Al final del modelo, la tercera parte (3) proporciona notas, comentarios y recomendaciones útiles, incluyendo una lista de documentos adicionales para consultar, dependiendo de su disponibilidad.

La versión completa de este Anexo, en inglés, está disponible en la versión original de esta publicación en el enlace siguiente: www.iea.org/publications/freepublications/publication/energy-efficiency-indicators-fundamentals-on-statistics---.html

Adicionalmente, una base de datos con opción de búsqueda, conteniendo todas las prácticas recopiladas, está disponible en el enlace siguiente: www.iea.org/eeindicatorsmanual/

Figura D.1 • Cómo leer la plantilla de una práctica



Anexo E

Referencias

De Almeida A., Fonseca P, Schlomann B. y N. Feilberg (2011), “*Characterization of the household electricity consumption in the EU, potential energy savings and specific policy recommendations*, *Journal of Energy and Buildings*”, Vol. 43, No. 8, Elsevier, Ámsterdam, pp. 1884-1894.

EIA (2012), “*Derived annual estimates of residential energy consumption 2001 through 2006*”, *US Energy Information Administration*, Washington DC.

EuroStat (2013), “*Manual for statistics on energy consumption in households*”, EuroStat, Luxembourg.

Fulton L., P. Cazzola and F. Cuenot (2009), “*IEA Mobility Model (MoMo) and its use in the ETP 2008, Energy Policy*”, Vol. 37, No. 10, Elsevier, Ámsterdam, pp. 3758-3768.

AIE (2005), *Manual de Estadísticas Energéticas*, Agencia Internacional de Energía, OECD Publishing, París.

AIE (2007), “*Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions*”, OECD Publishing, París.

AIE (2012), “*Energy Technology Perspectives*”, Agencia Internacional de la Energía, OECD Publishing, París.

AIE (2013), “*Energy Efficiency Market Report*”, Agencia Internacional de la Energía, OECD Publishing, París.

AIE (2013), “*World Energy Outlook*”, Agencia Internacional de Energía, OECD Publishing, París.

AIE (2014), “*Energy Efficiency Indicators: essentials for policy making*”, Agencia Internacional de Energía, OECD Publishing, París.

ICCT (*International Council on Clean Transportation*) (2013), “*From Laboratory to Road*”, ICCT, Washington DC. http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_LabToRoad_20130527.pdf.

ITF (2009), “*Illustrated Glossary for Transport Statistics*”, cuarta edición, *International Transport Forum - EuroStat - Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa*, 2009. <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/09GloStat.pdf>.

Masanet, E., M. Ting, E. Worrell, A.H. Sanstad, M. Marsidi, R. Bharvirkar y M. Rufo (2009), “*Estimation of Long-Term Energy Efficiency Potentials for California Buildings and Industry*”. *California Energy Commission, PIER - Energy-Related Environmental Research Program*, Sacramento, California.

NREL (2000), *"Impact of Vehicle Air-Conditioning on Fuel Economy, Tailpipe Emissions, and Electric Vehicle Range"*, National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado. <http://www.nrel.gov/docs/fy00osti/28960.pdf>.

ONU (2005), *"Household Sample Survey in Developing and Transition Countries"*, Naciones Unidas, Nueva York. <http://unstats.un.org/unsd/hhsurveys/>.

ONU (2013), *"International Recommendations on Energy Statistics (IRES)"*, Naciones Unidas, Nueva York.

CEPE (2007), *"Handbook on Statistics on Road Traffic"*, Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2007/wp6/handbook_final.pdf.

ONUDI (2013), *"International Yearbook of Industrial Statistics"*, Organización de Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas, Viena.

USDT (2013), *"Traffic monitoring guide"*, US Department of Transportation, septiembre de 2013: http://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/tmguidetmg_fhwa_pl_13_015.pdf.

WBCSD (2009) *"Energy Efficiency in Buildings - Transforming the Market"*, Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, Ginebra

Anexo F

Notas país

Chípre

1. Nota de Turquía:

La información contenida en este documento con referencia a "Chípre" se refiere a la parte sur de la isla. No existe una autoridad chipriota única que represente tanto a la población turca como a la griega en la isla. Turquía reconoce a la República Turca del Norte de Chipre (RTNC). Mientras no se encuentre una solución duradera y equitativa dentro del marco de las Naciones Unidas, Turquía mantendrá su posición sobre la "Cuestión de Chipre".

2. Nota por los Estados de la Unión Europea, miembros de la OCDE y de la Unión Europea:

La República de Chipre es reconocida por el conjunto de miembros de las Naciones Unidas, a excepción de Turquía. La información contenida en el presente documento se refiere a la zona que se encuentra bajo el control efectivo del Gobierno de la República de Chipre.

Israel

Los datos estadísticos de Israel han sido suministrados por las autoridades israelíes competentes y bajo su responsabilidad. El uso de estos datos por parte de la OCDE es sin perjuicio del estatus de los Altos del Golán, Jerusalén Este y los asentamientos israelíes en Cisjordania, en los términos del derecho internacional.

El presente documento fue publicado originalmente en inglés.
Aunque la AIE no ha escatimado esfuerzos para asegurar que su traducción al español constituya un reflejo fiel del texto original, se pueden encontrar ligeras diferencias.

This document and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries, and to the name of any territory, city or area.

This publication reflects the views of the IEA Secretariat but does not necessarily reflect those of individual IEA member countries. The IEA makes no representation or warranty, express or implied, in respect of the publication's contents (including its completeness or accuracy) and shall not be responsible for any use of, or reliance on, the publication.

IEA PUBLICATIONS, 9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15
Layout in France by IEA, July 2016
Photo credits: © GraphicObsession

Online bookshop

www.iea.org/books

PDF versions at 20% discount

Email: books@iea.org



Energy
Technology
Perspectives
series

World
Energy
Outlook
series

Energy
Policies
of IEA
Countries
series

Energy
Statistics
series

Oil

Medium-
Term Market
Reports
series

Renewable
Energy

Energy
Efficiency
Market
Report

Energy
Policies
Beyond IEA
Countries
series

Coal

Gas

Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos

La eficiencia energética es una prioridad política para los gobiernos que buscan limitar el derroche de energía, fomentar la seguridad energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Conocido como el combustible “oculto” o “primero”, la mejora de la eficiencia es una elección ineludible para las políticas públicas, dada su disponibilidad y, en general, buenas perspectivas de recuperación de las inversiones comprometidas. Sin embargo, la falta de datos para el desarrollo de indicadores apropiados para medir la eficiencia energética suele impedir que los países puedan poner en práctica las medidas declaradas. Sin datos y sin indicadores, resulta difícil optimizar las políticas de eficiencia energética y monitorear sus resultados.

La ausencia de datos e indicadores suele atribuirse a la falta de experiencia y conocimiento. Sin embargo, existen prácticas de muestreo, medición y modelización en todo el mundo.

Poner a disposición de todos dichas prácticas es precisamente el objetivo principal de este manual, así como identificar los principales indicadores sectoriales y los datos necesarios para el desarrollo de dichos indicadores. Las estadísticas son cruciales a la hora de abordar los desafíos de políticas públicas en el sector energético.

Este manual, junto con la publicación complementaria, *Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas*, ha sido desarrollado como punto de partida para permitir que los responsables de las políticas públicas identifiquen en qué áreas se necesitan mejoras en eficiencia energética, implementen políticas públicas apropiadas y midan su impacto. Finalmente, el objetivo último es llevar la eficiencia energética de la teoría a la práctica.