



Manual de  
Balances  
Energía Útil  

---

2017

**olade**  
Organización Latinoamericana de Energía







PAÍSES MIEMBROS  
DE OLADE:

Argentina  
Barbados  
Belice  
Bolivia  
Brasil  
Chile  
Colombia  
Costa Rica  
Cuba  
Ecuador  
El Salvador  
Grenada  
Guatemala  
Guyana  
Haití  
Honduras  
Jamaica  
México  
Nicaragua  
Panamá  
Paraguay  
Perú  
República Dominicana  
Suriname  
Trinidad y Tobago  
Uruguay  
Venezuela  
Argelia (país participante)

Av. Mariscal Antonio José  
de Sucre N58-63 y  
Fernández Salvador  
Edificio Olade,  
Sector San Carlos  
Casilla 17-11-6413  
Quito - Ecuador



[www.olade.org](http://www.olade.org)



[/olade.org](https://www.facebook.com/olade.org)



[@oladeorg](https://twitter.com/oladeorg)



Manual de  
**Balances**  
Energía Útil

---

2017



Este documento fue preparado bajo la dirección de:  
Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)

**Alfonso Blanco Bonilla**

Secretario Ejecutivo

**Jorge Asturias**

Director de Estudios y Proyectos

Con el apoyo financiero de:

**Banco Interamericano de Desarrollo - BID**

El autor de este documento es:

**Fabio Gonzalez Benítez**

Consultor

Se agradece a los Países Miembros de la Organización por la colaboración brindada en el revisión de este documento.

Las ideas expresadas en este documento son responsabilidad del autor y no comprometen a las organizaciones arriba mencionadas. Se autoriza la utilización de la información contenida en este documento con la condición de que se cite la fuente.

ISBN 978-9978-70-123-2  
2da edición, mayo 2017  
Copyright © OLADE 2017

**Contacto**

OLADE

Avenida Mariscal Antonio José de Sucre N58-63 y Fernández Salvador

Edificio OLADE- Sector San Carlos

Quito - Ecuador

Teléfono:(593-2) 2293-527 / 2598-122

[enerplan@olade.org](mailto:enerplan@olade.org)

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>vii</b>
<b>1.JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA</b>	<b>2</b>
<b>1.1 DEFINICIÓN DE ENERGÍA ÚTIL Y BALANCES DE ENERGÍA</b>	<b>2</b>
<b>1.2 ELABORACIÓN DEL BALANCE DE ENERGÍA.</b>	<b>6</b>
1.2.1 <i>Desagregación Consumo Final de Energía</i>	6
1.2.2 <i>Desagregación por Sectores de Consumo</i>	6
1.2.3 <i>Desagregación por subsectores</i>	7
1.2.4 <i>Desagregación por usos</i>	8
1.2.5 <i>Cálculo de la energía útil</i>	10
1.2.6 <i>Centros de Transformación</i>	11
1.2.6.1 <i>Principales centros de transformación</i>	11
1.2.6.2 <i>Otras Transformaciones</i>	19
<b>1.3 ESTRUCTURA DEL BALANCE – MÉTODO DE CÁLCULO.</b>	<b>19</b>
1.3.1 <i>Qué información capturar</i>	25
1.3.2 <i>Como capturar información y con qué frecuencia</i>	28
<b>2. SECTOR TRANSPORTE</b>	<b>36</b>
<b>2.1 DESAGREGACIÓN POR TECNOLOGÍAS Y FUENTES:</b>	<b>36</b>
<b>2.2 ESQUEMA GENERAL DEL BALANCE DE ENERGÍA ÚTIL BEEU EN EL SECTOR TRANSPORTE</b>	<b>37</b>
2.2.1 <i>BEEU APLICADO A UN MODO DE TRANSPORTE</i>	38
2.2.2 <i>EL BEEU APLICADO AL SECTOR TRANSPORTE</i>	39
<b>2.3 CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.</b>	<b>39</b>
2.3.1 <i>Información secundaria:</i>	39
2.3.2 <i>Encuestas a usuarios, estaciones de servicio y empresas prestadores de servicio de transporte.</i>	40
<b>2.4 INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN ESTACIONES DE SERVICIO</b>	<b>44</b>
<b>2.5 EFICIENCIA, ENERGÍA ÚTIL</b>	<b>44</b>
<b>2.6 APLICACIONES</b>	<b>44</b>
2.6.1 <i>Caso Colombiano</i>	44
<b>2.7 ANEXO FORMATOS DE ENCUESTA</b>	<b>50</b>
<b>3. SECTOR INDUSTRIAL</b>	<b>53</b>
<b>3.1 DESAGREGACIÓN POR SUBSECTORES</b>	<b>54</b>
<b>3.2 DESAGREGACIÓN POR USOS</b>	<b>54</b>
<b>3.3 ENERGÍA FINAL, ENERGÍA ÚTIL Y EFICIENCIA</b>	<b>55</b>
<b>3.4 BEEU APLICADO A UNA UNIDAD INDUSTRIAL</b>	<b>56</b>
<b>3.5 EL BEEU APLICADO AL SECTOR INDUSTRIAL</b>	<b>58</b>
<b>3.6 CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN</b>	<b>62</b>
3.6.1 <i>Formato de encuesta</i>	63
<b>3.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA</b>	<b>69</b>
3.7.1 <i>Pautas de Diseño Muestral</i>	70
<b>3.8 APLICACIÓN: CASO PARAGUAY</b>	<b>72</b>
3.8.1 <i>Consumo de Energía Neta por Fuentes y usos</i>	76
3.8.2 <i>Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos.</i>	76
3.8.3 <i>Rendimientos de Utilización, de producción (Tabla 33)</i>	76
3.8.4 <i>Consumo de Energía por Subsectores</i>	77
<b>4. SECTOR RESIDENCIAL</b>	<b>79</b>
<b>4.1 DESAGREGACIÓN POR SUBSECTORES</b>	<b>80</b>
<b>4.2 DESAGREGACIÓN POR USOS</b>	<b>80</b>
<b>4.3 ENERGÍA FINAL, ENERGÍA ÚTIL Y EFICIENCIA</b>	<b>81</b>
<b>4.4 BEEU APLICADO A UNA UNIDAD RESIDENCIAL</b>	<b>82</b>

<b>4.5 EL BEEU APLICADO AL SECTOR RESIDENCIAL</b>	<b>84</b>
<b>4.6 CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN</b>	<b>87</b>
4.6.1 <i>Estudio previo del Universo</i>	88
4.6.2 <i>Pautas para el muestreo</i>	89
4.6.3 <i>FORMATO DE ENCUESTA</i>	94
<b>4.7 APLICACIÓN: CASO BRASIL</b>	<b>102</b>
<b>5. SECTOR COMERCIAL, SERVICIOS Y PÚBLICO</b>	<b>107</b>
<b>5.1 DESAGREGACIÓN POR SUBSECTORES</b>	<b>108</b>
<b>5.2 DESAGREGACIÓN POR USOS</b>	<b>108</b>
<b>5.3 ENERGÍA FINAL, ENERGÍA ÚTIL Y EFICIENCIA</b>	<b>109</b>
5.3.1 <i>BEEU Aplicado a una Unidad del Sector Comercial, Servicios, Público.</i>	110
<b>5.4 EL BEEU APLICADO AL SECTOR COMERCIAL, SERVICIOS Y PÚBLICO</b>	<b>112</b>
<b>5.5 CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN</b>	<b>115</b>
5.5.1 <i>Estudio previo del Universo</i>	116
5.5.2 <i>Pautas de Diseño Muestral</i>	117
5.5.3 <i>Formato de encuesta</i>	118
<b>5.6 APLICACIÓN: CASO PARAGUAY</b>	<b>125</b>
5.6.1 <i>Resultados para el sector</i>	126
<b>6. SECTOR AGRO MINERÍA Y PESCA</b>	<b>129</b>
<b>6.1 DESAGREGACIÓN POR SUBSECTORES</b>	<b>130</b>
<b>6.2 DESAGREGACIÓN POR USOS</b>	<b>131</b>
<b>6.3 ENERGÍA FINAL, ENERGÍA ÚTIL Y EFICIENCIA</b>	<b>132</b>
<b>6.4 BEEU APLICADO A UNA UNIDAD DEL SECTOR</b>	<b>132</b>
<b>6.5 EL BEEU APLICADO AL SECTOR AGRO, PESCA Y MINERÍA</b>	<b>135</b>
<b>6.6 CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN</b>	<b>137</b>
6.6.1 <i>Formatos de encuesta</i>	137
<b>6.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA</b>	<b>144</b>
6.7.1 <i>Pautas de Diseño Muestral</i>	146
<b>6.8 APLICACIÓN: CASO BRASIL</b>	<b>145</b>
6.8.1 <i>Sub-sector Agropecuario:</i>	146
6.8.2 <i>Sub-sector minería y peletización</i>	148
<b>7. SECTOR CONSUMO PROPIO</b>	<b>151</b>
<b>7.1 DESAGREGACIÓN POR SUBSECTORES</b>	<b>152</b>
<b>7.2 DESAGREGACIÓN POR USOS</b>	<b>153</b>
<b>7.3 ENERGÍA FINAL, ENERGÍA ÚTIL Y EFICIENCIA</b>	<b>154</b>
<b>7.4 BEEU APLICADO A UNA UNIDAD DEL SECTOR CONSUMO PROPIO</b>	<b>154</b>
<b>7.5 CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN</b>	<b>155</b>
<b>7.6 APLICACIÓN: CASO BRASIL</b>	<b>156</b>
<b>8. SECTOR CONSTRUCCIÓN</b>	<b>159</b>
<b>8.1 DESAGREGACIÓN POR SUBSECTORES</b>	<b>160</b>
<b>8.2 DESAGREGACIÓN POR USOS</b>	<b>160</b>
<b>8.3 ENERGÍA FINAL, ENERGÍA ÚTIL Y EFICIENCIA</b>	<b>161</b>
<b>8.4 BEEU APLICADO A UNA UNIDAD DEL SECTOR</b>	<b>161</b>
<b>8.5 EL BEEU APLICADO AL SECTOR CONSTRUCCIÓN.</b>	<b>162</b>
<b>8.6 CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN</b>	<b>164</b>
8.6.1 <i>Formatos de encuesta</i>	164
<b>8.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA</b>	<b>169</b>
8.7.1 <i>Pautas de Diseño Muestral</i>	179

## PRÓLOGO

La Organización Latinoamericana de Energía-OLADE, pone a disposición de sus Países Miembros y al público relacionado al sector energético, esta publicación que tiene como objetivo principal convertirse en una guía de referencia para la elaboración de balances en términos de energía útil.

Entendiendo que los balances energéticos son una herramienta clave para la planificación del sector, y que el objetivo final de un sistema energético es la provisión de servicios que demandan energía como: consumo en la producción de bienes y servicios, movilidad, cocción, iluminación, entre otros. Por tal motivo es necesario ir más allá del consumo final de energía con el objetivo de analizar los aspectos de eficiencia energética, sustitución de fuentes, análisis y proyección de la demanda, etc. Todo esto requiere el relevamiento de información de consumo por subsectores, usos y tecnologías; en este sentido, el balance de energía útil proporciona un conocimiento más profundo de los requerimientos energéticos y la eficiencia en cada una de las etapas de las cadenas de abastecimiento, incluyendo los equipos de consumo, permitiendo analizar las posibilidades de sustitución de fuentes y tecnologías, con base en parámetros como eficiencia en la disposición de recursos, rendimientos, factores de emisión de contaminantes, etc.

El presente manual fue elaborado con base en la metodología OLADE y la comparación con otras metodologías aplicables, además de las experiencias de los Países Miembros como: Brasil, Paraguay, República Dominicana y Uruguay.

Agradecemos a las autoridades gubernamentales de nuestros Países Miembros, y en especial a los asesores de los sistemas de información, y al equipo de consultores y funcionarios que conforman la Secretaría Permanente de OLADE, que han contribuido en la elaboración de este documento de consulta.

**Alfonso Blanco Bonilla**  
**Secretario Ejecutivo**  
**OLADE**



*El presente documento fue elaborado por la Organización Latinoamericana de Energía-OLADE con el apoyo financiero del Banco Interamericano de Desarrollo-BID. Este trabajo tiene como objetivo principal contribuir a las estrategias del SEforALL Américas proyecto liderado por el BID.*





# Introducción

---



## INTRODUCCIÓN

El propósito del presente documento es proponer una actualización de la metodología de OLADE para la elaboración de Balances en Términos de Energía Útil. Después de una revisión de la metodología elaborada por OLADE en 1986 y las metodologías existentes a nivel mundial sobre el tema (EUROSTAT, IAE, APEC, OECD, GEA, IIASA, IRES, DECC, Grupo de Oslo, Fundación Bariloche), se identificaron algunas áreas de mejora, tales como, las definiciones, el sector transporte en especial y los demás sectores en particular, y los centros de transformación. También se tuvieron en cuenta las últimas experiencias de Balances de Energía en Términos de Energía Útil en Latinoamérica, tales como, los de Uruguay, Brasil, Paraguay, República Dominicana y el Manual de Estadísticas Energéticas de OLADE de 2015. En las metodologías detalladas se proponen estrategias para la captura de información y el manejo de datos. La inclusión de los factores de eficiencia en las encuestas y propuestas nuevas para el manejo de los mismos.

Se toma como base el documento de OLADE desarrollado por un grupo de profesionales pertenecientes a los países miembros y a organizaciones nacionales e internacionales que desarrollaron métodos para la incorporación de la energía útil al balance energético y recoge las observaciones efectuadas en entrevistas a 15 países miembros de OLADE.

La actualización de la metodología propone un documento base en donde se precisan los conceptos de producción de energía útil y su uso. Se relacionan estos conceptos con la estructura del balance OLADE de energía final y se describe la forma como se puede obtener el balance en términos de energía útil a partir del actual. Se precisa la nueva desagregación de los sectores en subsectores y la necesidad de discriminar los consumos de energía por usos con tecnologías específicas en cada uno de ellos. También se describen los métodos de captura de información tales como:

- Encuestas y entrevistas a empresas
- Encuestas a los usuarios
  - o Diseño de encuesta
  - o Métodos de encuesta
- Información secundaria
- Modelación
- Mediciones in situ

Con respecto a la metodología de 1986, los principales cambios se proponen en los siguientes aspectos:

1. **Sector Transporte**, nueva estructura acorde con la metodología OLADE de proyección de la demanda. Nueva propuesta para recopilar información sobre el modo terrestre y el parque automotor circulante, junto con los consumos específicos de combustible o energéticos y sobre la determinación de eficiencias en términos de km/gal, m<sup>3</sup>/gal u otro similar y en PKM (pasajeros kilómetro) para transporte público o TKM (tonelada kilómetro) para carga. Todo lo anterior sobre la base de encuestas en las estaciones de servicio públicas y privadas y en las empresas prestadoras de servicio de carga o pasajeros y transporte público masivo. También se propone el uso de las redes sociales y la tecnología de las comunicaciones para la

elaboración de laboratorios que permitan determinar los indicadores de consumo específico en operación real.

**2. Sector Residencial**, se propone combinar los métodos de captura de información así:

- a. Elaborar encuestas para la determinación de la tenencia de aparatos electro y gaso domésticos por cada uso, con sus respectivas características sobre edad, tecnología, eficiencias etc.
- b. Realizar mediciones in situ para determinar los patrones de uso y los consumos específicos de energía de cada tecnología por uso.
- c. Elaborar modelos para calcular el consumo de energía por uso reproduciendo la factura de energía.
- d. Diseño de muestras por estratos y conglomerados.

**3. Sector Comercial, servicios y público**, se propone combinar los métodos de captura de información así:

- a. Elaborar encuestas para la determinación de la tenencia de aparatos consumidores de energía eléctrica o combustibles por cada uso, con sus respectivas características sobre edad, tecnología, eficiencias etc.
- b. Realizar mediciones in situ para determinar los patrones de uso y los consumos específicos de energía de cada tecnología por uso.
- c. Elaborar modelos para calcular el consumo de energía por uso reproduciendo la factura de energía.
- d. Diseño de muestras por estratos y conglomerados

**4. Sectores: Industrial, Consumo propio y Minería**, se propone la realización de visitas técnicas o auditorías ligeras para determinar:

- a. Inventario de equipos consumidores de electricidad y de combustibles
- b. Patrones de uso diario, semanal u otro período.
- c. Consumos específicos de energía y eficiencias
- d. Indicadores de consumo
- e. Elaborar modelos para calcular el consumo de energía por uso reproduciendo la factura de energía eléctrica y combustibles.
- f. Diseño de muestras por estratos y conglomerados

Es necesario indicar que aquellos formatos de planillas de recopilación de información que se presentan en el siguiente documento deben ser tomadas como de referencia o de carácter orientativas.



# CAPÍTULO I

---

## Justificación de la Metodología

## 1. JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Las tendencias a largo plazo en la evolución de los sistemas de energía y sus transiciones tecnológicas se han estudiado durante décadas. Invariablemente, estos estudios se han centrado en una perspectiva del lado de la oferta de energía. Las preocupaciones sobre la seguridad energética y la escasez, así como en las externalidades ambientales de la extracción y combustión de combustibles, que van desde lo local a la contaminación mundial explican este enfoque en los insumos de energía primaria.

La disponibilidad de datos es otro factor principal, organismos nacionales de estadística comenzaron a recolectar y reportar los datos de extracción de energía y comercio primarios desde finales del siglo XIX (a menudo motivados por fines fiscales), y las Naciones Unidas (o mejor dicho: la Sociedad de Naciones como fue llamado la ONU antes de la Segunda Guerra Mundial) fue pionera en métodos de contabilidad de la energía y la recopilación de datos a nivel internacional de energía primaria en la primera mitad del siglo XX. Sin embargo, desde una perspectiva de sistemas de energía, el consumo de energía primaria es un medio para un fin, pero no es el objetivo final del sistema energético. Más bien, es la demanda de los servicios de energía, como la movilidad, la producción de bienes materiales, confort térmico o iluminación el driver más fundamental del sistema energético. Por lo tanto, la demanda de servicios, junto con las tecnologías que cambian continuamente y que enlazan la prestación del servicio de energía exige todo el análisis río arriba hasta que resulte en necesidades de energía primaria, es una perspectiva complementaria más valiosa para comprender la evolución a largo plazo de los sistemas de energía y sus oportunidades, así como las limitaciones de su transformación respondiendo con los objetivos de sostenibilidad.

A nivel local, actualmente existe conciencia por parte de la mayoría de los actores de que la matriz del balance energético de OLADE, ha sido superada por los requerimientos de análisis económico y energético a nivel nacional y regional. Los conceptos de eficiencia energética, el reemplazo de fuentes de energía, el análisis y proyección de la demanda de energía requieren un conocimiento, no solo del consumo por sectores económicos (industrial, residencial, etc.) y por fuentes energéticas (electricidad, derivados de petróleo, etc.) como figura en el balance actual, sino que también por sub-sectores económicos (cemento, hierro, etc.), por categorías de uso de demanda (calor, iluminación, etc.) y además con información sobre los equipamientos de uso final y su eficiencia.

En ese sentido, el balance energético pone de manifiesto las interrelaciones entre la oferta, transformación y uso final de la energía y representa un instrumento relevante para la organización y presentación de datos en la planificación energética global. Además, contabiliza flujos físicos consistentes que van desde la energía primaria hasta el consumo final.

El balance de energía útil permite un conocimiento más claro de la eficiencia energética y constituye la base para el análisis con respecto a las posibilidades de sustitución de energéticos y competitividad de precios y tarifas entre los diferentes energéticos.

Para lograrlo, el balance de energía útil debe mostrar las pérdidas e ineficiencias tanto del lado de la oferta como del lado del consumidor final. Así pues, debe mostrar toda la cadena energética desde la extracción hasta el consumo útil, permitiendo monitorear los flujos de energía en cada etapa. Desde la energía primaria, pasando por los centros de transformación, el transporte y la distribución de energía hasta llegar al usuario final, quien la convierte en energía útil para proveerse de algún servicio.

### 1.1 DEFINICIÓN DE ENERGÍA ÚTIL Y BALANCES DE ENERGÍA

La Energía final (EF) es aquella que se pone a disposición del consumidor y es la energía registrada en los actuales balances de energía. La fuente energética debe sufrir una transformación para conseguir la forma de energía apta para el uso que requiere el consumidor. Entre los usos finales más comunes están: la realización de un trabajo, la obtención de calor, la obtención de determinados procesos físicos o químicos, la refrigeración y el acondicionamiento de espacios, el movimiento mecánico y la iluminación.

Una de las definiciones de Energía Útil que más suele utilizarse es: energía que dispone el consumidor luego de su última conversión. Esta definición es la utilizada en los balances iniciales en términos de energía útil de EUROSTAT y IEA.

OLADE considera que la energía útil (EU) es aquella que se encuentra disponible luego del sistema de uso para la producción de un bien o servicio, una vez descontadas todas las pérdidas de transformación y transporte asociadas al mismo.

El balance de la energía útil es la contabilización de los flujos energéticos, considerando el poder calorífico inferior de las fuentes de energía, desde el suministro primario hasta la energía útil recuperada por el consumidor final a la salida de sus aparatos de consumo, surgiendo de esta manera las pérdidas sufridas en las diferentes fases de la cadena energética (producción, transporte, transformación y consumo). Es un balance derivado del balance de la energía final.

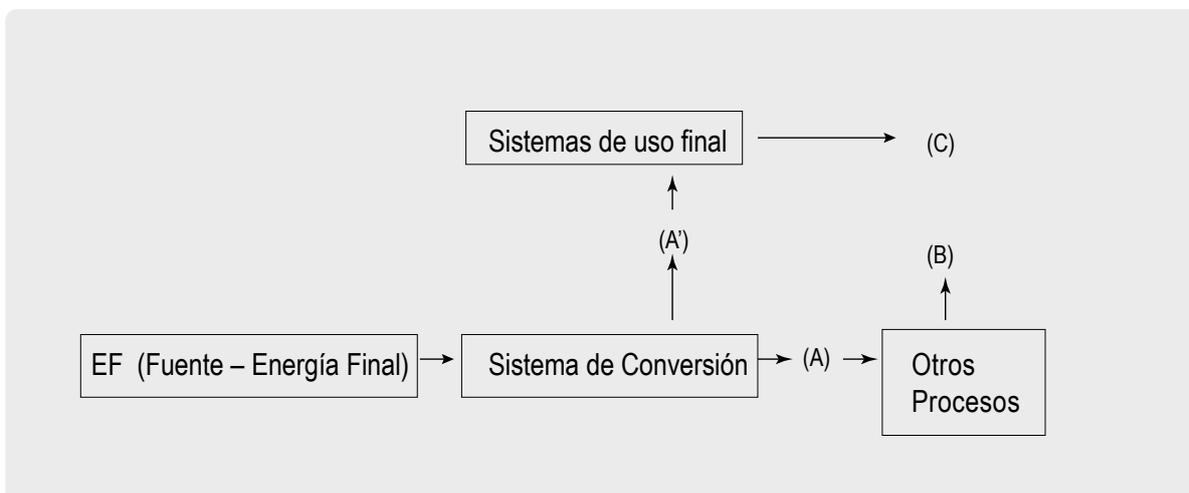
El desarrollo de una metodología adecuada para calcular la energía útil se fundamenta en la consideración de cuatro elementos:

- Fuente Energética.
- Sistema de Conversión (dispositivos últimos de conversión).
- Otros Procesos (Tales como el vapor o el aire comprimido en la industria).
- Sistema de Uso Final (la forma como se utiliza la energía final).

Para los Balances Energéticos de Consumo de Energía Final, la contabilidad energética puede determinar las cantidades de cada fuente que se utiliza en cada uso, desagregando los consumos de cada sector de la actividad económica o social en consumos por usos.

Para expresar dichas cantidades en términos de energía útil se pueden considerar vías alternativas.

**Figura 1. Metodología para evaluar la energía útil**



Fuente: Metodología OLADE BEEU, 1984.

La alternativa (A) y (A') que considera las fuentes energéticas y la Conversión posibilita el conocimiento de una etapa de la Energía Intermedia. De acuerdo con algunas metodologías ésta representa ya la Energía Útil.

Teniendo en cuenta el tramo (A) ---> (B) se adicionarán, a las pérdidas en Sistemas de Conversión aquellas que se originen en Otros Procesos (tales como transporte de vapor o de aire comprimido en la industria), cuyas eficiencias afectan la EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN.

Sólo la vía que abarca las cuatro fases (EF) – (A) – (B) – (C) es la adecuada para el cálculo de la energía que efectivamente se incorpora al producto final o que brinda el servicio necesario. Sólo atravesando estas cuatro fases se consigue el conocimiento de la Energía Útil.

Este concepto de OLADE que pretende ser exhaustivo y completo, es poco práctico según la metodología de EUROSTAT. Esta última insiste en que, si bien todas esas pérdidas existen, se debe tener en cuenta la capacidad para medir la energía final que ingresa y la energía útil que se obtiene. Se propone dividir el problema en dos partes:

La primera parte consiste en considerar la vía (A) y (A'), es decir las tecnologías y los dispositivos utilizados en la última conversión para cada energético. En donde la energía final es la energía que ingresa al dispositivo de conversión y la energía útil es la energía que se obtiene después de la conversión.

La segunda parte consiste en considerar de qué forma consumimos la energía útil resultante. Es decir, la vía de (A) a (B) y luego los sistemas de uso de la energía final. Sobre este segundo problema la información es más escasa y los sistemas de uso pueden variar de manera significativa de país a país de acuerdo con sus condiciones climáticas particulares.

Por ejemplo, para una caldera utilizada en la industria, en el primer caso se consideraría la eficiencia de la caldera para producir vapor de determinada calidad a partir de un energético dado, mientras que en el segundo caso deberíamos incluir los sistemas de transmisión del vapor desde la caldera hasta el punto de consumo, sus aislamientos, trampas, sistemas de recuperación y retorno a la caldera y los intercambiadores de vapor para garantizar las temperaturas de uso en cada proceso.

Para un sistema de aire acondicionado o calefacción en el sector residencial o terciario (comercial y servicios) en el primer caso se consideraría la eficiencia de los dispositivos utilizados para producir agua helada o agua caliente o vapor, mientras que en el segundo caso deberíamos incluir no solo los sistemas de distribución del frío o el calor, sino también los aspectos arquitectónicos, aislamientos, protecciones solares, parasoles, etc.

Esta segunda vía, requiere entonces de caracterizaciones energéticas particulares a partir de auditorías en cada sector y subsector, a partir de las cuales se debe tratar de establecer los principales componentes que influyen en el consumo de energía final (desperdicios de energía después de la última conversión).

Por ejemplo, en las edificaciones (sector residencial, comercial, público y servicios):

- Aspectos arquitectónicos que provocan aumento del consumo de energía para lograr el confort
- Uso no racional e ineficiente de la energía (distribución ineficiente del calor o el frío, ductos mal aislados, recirculación innecesaria, iluminación en espacios no ocupados, mala ubicación de los equipos de refrigeración, equipos en funcionamiento innecesario, etc.).

En la industria:

- Sistemas de distribución del vapor o del agua helada del chiller, sin aislamientos adecuados, falta de integración de los equipos consumidores de energía con el proceso de producción, optimización de los procesos de producción, etc.

En el transporte:

- Mal estado de las vías, malos diseños viales e insuficientes vías lo cual causa congestión y aumento de combustible.
- Transporte público insuficiente, etc.

Como se puede observar esta vía es compleja y requiere de estudios específicos para poder cuantificar y estandarizar los componentes y los procesos.

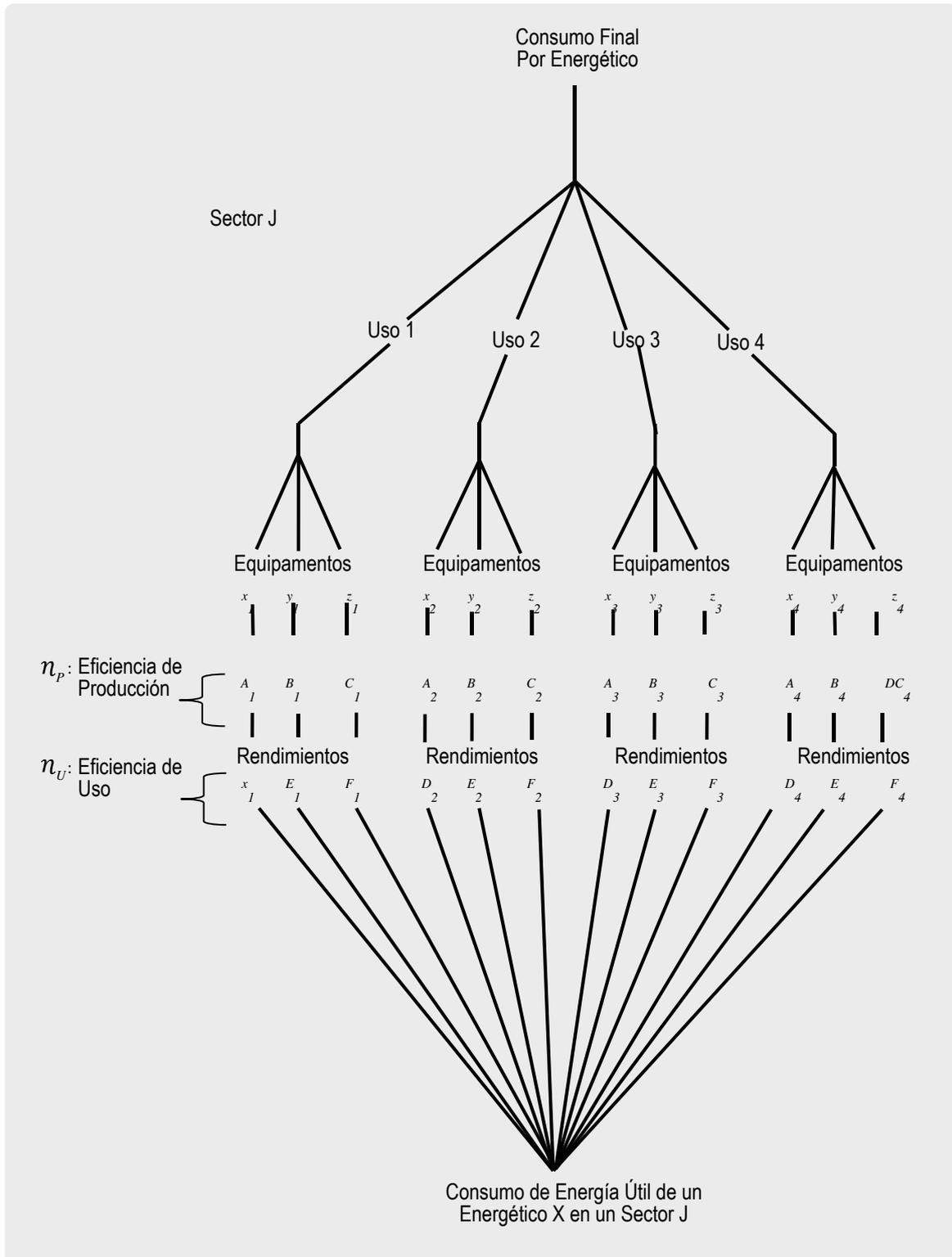
Entonces, la metodología recomienda como una primera aproximación a los balances en términos de energía útil, seguir el camino propuesto por esta primera vía.

Para efectuar el cálculo de la energía útil en esta vía, es indispensable conocer los siguientes tres aspectos del consumo:

1. Conocer las cantidades de energía consumidas por cada energético y por cada uso en los diferentes sectores considerados, es decir la cantidad de energía que ingresa a los aparatos de conversión final.
2. Conocer los electrodomésticos, gases domésticos o en general los equipos utilizados por los usuarios para los diferentes usos o servicios en los diferentes sectores.
3. Conocer las eficiencias de conversión de los aparatos utilizados.

El cálculo de producción de la energía útil surgirá entonces, de relacionar el consumo final de una fuente en un uso de un sector, subsector, actividad, etc., con el rendimiento del equipo respectivo (ver Figura 2).

Figura 2. Consumo de energía útil de un energético X en un sector J



Fuente: Metodología OLADE BEEU, 1984.

Con respecto al primer aspecto, entonces, se debe partir del balance actual de energía final, en el cual se discriminan los principales sectores. Ahora se debe capturar información que permita discriminar el consumo de energía por subsector y por usos.

Para el desarrollo del segundo aspecto se debe conseguir información que permita tipificar los equipos utilizados en cada uso energético o servicio (Iluminación, cocción, refrigeración, fuerza, calefacción, calor directo, etc.) en cada uno de los subsectores.

Para la determinación de las eficiencias de los equipamientos tipificados, existen dos alternativas:

- La medición directa efectuada mediante auditorías energéticas: Esta medición releva los parámetros termodinámicos de los procesos bajo medición y es necesaria si se desea destacar las alternativas de AHORRO y CONSERVACIÓN de energía, las cuales originan la necesidad de efectuar auditorías.
- El empleo de las eficiencias provistas por los productores o por la autoridad competente. Se debe entender que existen valores de eficiencia suministradas por los fabricantes de los equipos, estas eficiencias dependerán de la edad de los mismos, los equipos modernos serán más eficientes que los antiguos. Además, se debe entender que normalmente las eficiencias suministradas por los fabricantes son eficiencias óptimas en condiciones especiales, las eficiencias de operación de los equipos en condiciones normales de trabajo son menores y disminuyen de acuerdo a las condiciones de mantenimiento y ajuste de los equipos, entonces estas pérdidas se deben tener en cuenta utilizando valores promedio de eficiencias que cubran todos los rangos.

## 1.2 ELABORACIÓN DEL BALANCE DE ENERGÍA.

El desarrollo del Balance de Energía en términos de energía útil, está supeditada al cumplimiento de las siguientes etapas:

- Elaboración del Balance de Energía actual hasta un nivel de consumo final, pero con una desagregación más amplia de los sectores de consumo.
- Desagregación del consumo final por usos
- Aplicación de las eficiencias de los diferentes equipos pertenecientes a cada sector

Es indispensable la creación de una base de datos compatible con la información necesaria para la confección del balance energético en términos de energía útil

### 1.2.1 Desagregación Consumo Final de Energía

Una primera desagregación del consumo final total de energía consiste en:

- **Consumo Final Energético**

Esta clasificación incluye la totalidad de productos primarios y secundarios empleados por todos los sectores de consumo para la satisfacción de sus necesidades energéticas.

- **Consumo Final No - Energético**

Abarca los volúmenes de productos empleados con propósitos no energéticos en todos los sectores de consumo.

### 1.2.2 Desagregación por Sectores de Consumo

La metodología OLADE considera que, dentro de cada sector las cantidades consumidas, las fuentes y los equipos de uso final, son diferentes de acuerdo con la actividad (en el caso de área productiva) o según las características de las viviendas o el nivel de ingreso (si se trata del sector residencial), implicando diversos niveles y formas de consumo de energía. Así pues, se analizan los siguientes sectores:

Sectores principales

- **Sector Transporte**

Abarca los consumos de energía de la totalidad de los servicios de transporte, públicos o privados, nacionales e internacionales para los diferentes medios y modos de transporte de pasajero y carga (terrestre, aéreo o marítimo).

- **Sector Industrial**

Comprende los consumos energéticos de todas las actividades industriales y para la totalidad de los usos exceptuando el transporte de mercaderías, que se encuentra incluido en el sector transporte.

- **Sector Residencial**

Incluye todos los consumos de energía para satisfacer las necesidades domésticas (cocción, iluminación, refrigeración, etc.) de las familias urbanas y rurales.

- **Sector Comercial-Servicios, Público**

Incluye los consumos de energía en todas las actividades comerciales y de servicio de carácter privado, tales como tiendas comerciales, hoteles, restaurantes, etc. También incluye los consumos energéticos del Gobierno a todo nivel (nacional, provincial, municipal), instituciones y empresas de servicio público, sean estatales o privadas. Incluye hospitales, escuelas y los consumos energéticos de las Fuerzas Armadas y/o Policía.

- **Sector Agro/Pesca/Minería**

Incluye la energía consumida en las actividades vinculadas con la obtención de materias primas tales como las actividades agrícolas y pecuarias, la pesca y la extracción de minerales.

- **Consumo Propio**

Abarca el consumo propio de la energía que se consume en la producción, transformación, transporte y distribución por ductos de las fuentes primarias y secundarias de energía.

- **Sector Construcción**

Comprende todos los consumos energéticos del sector de construcción, edificios y obras civiles.

### 1.2.3 Desagregación por subsectores

Una de las razones más relevantes para el desarrollo de esta desagregación, se vincula con la elaboración de modelos para la proyección de la demanda energética, debido a que se encuentran determinados por la relación entre el consumo energético y alguna magnitud característica de un producto (producto industrial, pasajeros-kilómetros; etc.). Otra causa es que las pautas de consumo, las fuentes y equipos empleados para cubrir las necesidades productivas o de servicios energéticos, resultan diferentes según la actividad o características de las viviendas o nivel de ingresos, determinando distintos niveles de consumos tanto en energía final como en energía útil.

Surge así, una desagregación sectorial lo suficientemente amplia dada la heterogeneidad y las diferentes formas de utilización de fuentes energéticas en los distintos sectores. Cada País Miembro podrá determinar su propio proceso de desagregación de acuerdo con sus necesidades.

La metodología OLADE sugiere la siguiente desagregación de cada sector:

Sector	Subsector	Recorrido	Tipo de Servicio	Uso Final
Sector Transporte	Terrestre	Urbano	Privado	Pasajeros
			Público	Pasajeros
		Público	Carga	
		Interurbano	Público	Pasajeros
	Público		Carga	
	Ferroviario	Urbano	Público	Pasajeros
		Interurbano	Público	Pasajeros
			Público	Carga
	Aéreo	Interurbano	Público	Pasajeros
		Pasajeros	Público	Carga
	Fluvial	Interurbano	Público	Pasajeros
			Público	Carga
Marítimo		Público	Pasajeros	
		Público	Carga	

<b>Sector Industrial</b>	Alimentos, bebidas y tabaco	
	Textil, confecciones, calzado y cuero	
	Maderas y muebles	
	Papel, celulosa y gráfica	
	Química (Exceptuando refinación de petróleo)	
	Cemento	
	Piedras, vidrios y cerámicas	
	Hierro, acero y metales no ferrosos (Exceptuando coquerías)	
	Maquinarias y equipos	
	Otras industrias	
<b>Sector Residencial</b>	Urbano	Estratos
		Bajo, medio, alto
	Rural	Estratos: bajo y medio
<b>Sector Comercial - Servicio Público</b>	Comercial / Servicio	Comercio mayorista y minorista
		Restaurantes y hoteles
		Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios a las empresas
		Otros Servicios
	Público	Servicios públicos
		Administración pública
		Educación
		Salud pública
<b>Sector Agro - Pesca - Minería</b>	Agricultura	
	Pesca	
	Minería	
<b>Sector Consumo Propio</b>	Transformación	
	Producción	
	Distribución	
	Ductos	
<b>Sector Construcción</b>	Construcción	
	Vivienda y Edificios	
	Obras Públicas	

#### 1.2.4 Desagregación por usos

La desagregación del consumo final en los diversos usos es relevante para la determinación de los consumos energéticos en términos de energía útil.

Estas categorías básicas son:

1. Calor:

El empleo del mismo incluye toda la gama de usos energéticos cuyo propósito es elevar la temperatura, del ambiente o de determinados productos, por encima de la temperatura ambiental natural, ya sea con una finalidad productiva o de confort.

2. Fuerza mecánica:

Abarca todos aquellos usos energéticos donde existe producción de algún tipo de movimiento o trabajo, cualquiera sea tipo de artefacto, equipo o fuente energética empleada para conseguirlo.

3. Iluminación:

El empleo de la iluminación se considera independientemente de los restantes empleos calóricos, debido a que, si bien la totalidad de los artefactos de iluminación irradian calor, la finalidad específica de los mismos es proveer radiación electromagnética en el espectro de longitudes de ondas visibles.

## 4. otros usos (electrónico, electroquímico, etc.):

En esta categoría independiente se incluyen todos aquellos casos en que la energía tiene alguno de esas dos finalidades: el funcionamiento de artefactos electrónicos o el fomento de un proceso electroquímico.

## 1.2.4.1 Usos de cada Sector de Consumo

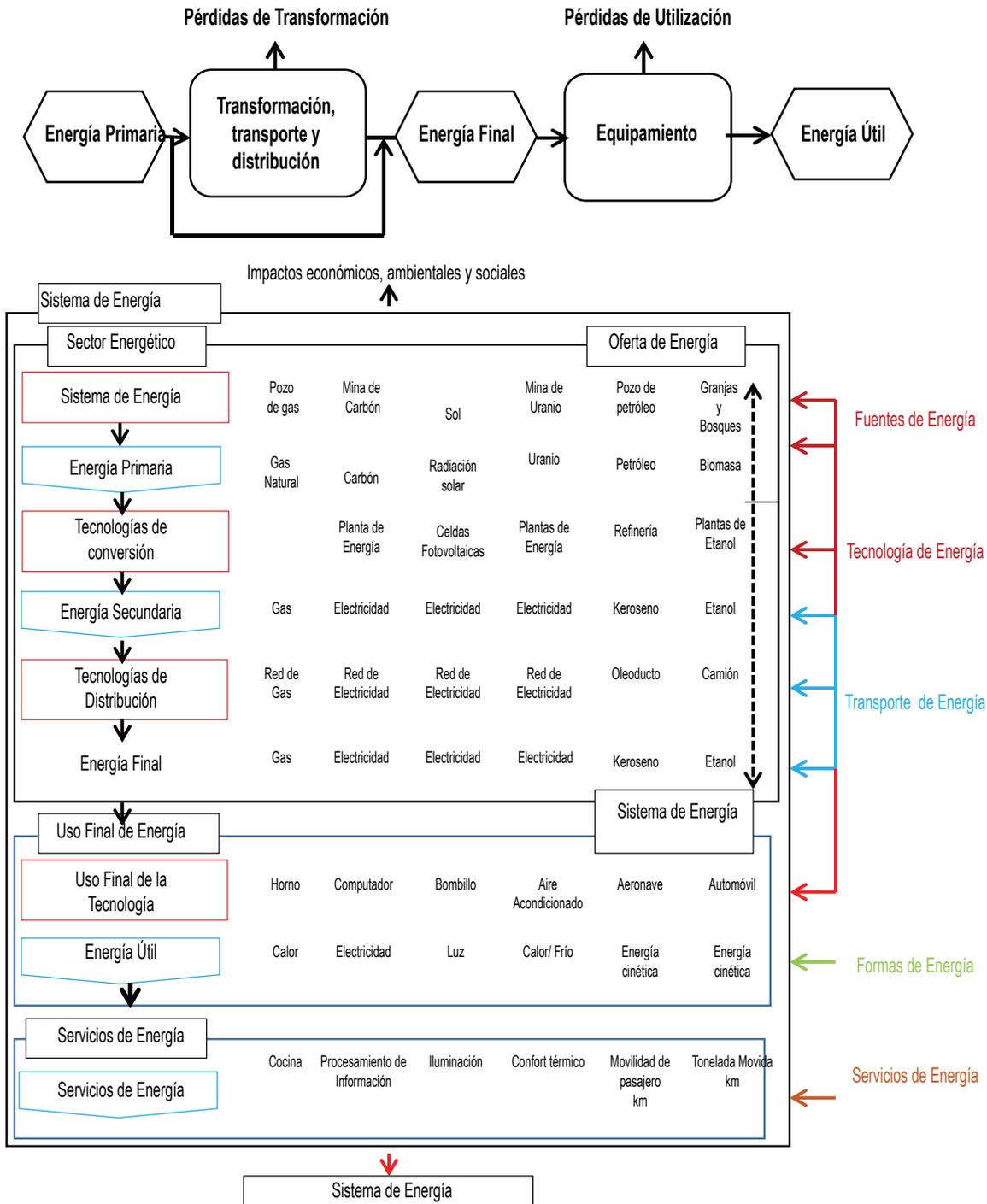
La relación entre la desagregación adoptada por cada sector y los usos básicos es la siguiente

<b>Sector Transporte</b>	Fuerza Mecánica	
<b>Sector Industrial</b>	Calor	Vapor
		Calor Directo
	Fuerza Mecánica	Fuerza Mecánica
		Refrigeración, Climatización
		Transporte
	Iluminación	Iluminación
	Otros	Materia Prima
		Electrólisis
		Otros Usos
	<b>Sector Residencial - Comercial - Servicio Público</b>	Calor
Cocción		
Calentamiento de Agua		
Fuerza Mecánica		Aire Acondicionado
		Ventilación
		Refrigeración
		Bombeo de Agua
Iluminación		Fuerza Mecánica
	Iluminación	
<b>Sector Agro - Pesca - Minería</b>	Calor	Calor Directo
		Vapor
	Fuerza Mecánica	Bombeo de Agua
		Riego
		Refrigeración
	Iluminación	Fuerza Mecánica
		Iluminación
	Otros	Electrólisis
Otros Usos		
<b>Sector Consumo Propio</b>	Calor	Calor Directo
		Vapor
	Fuerza Mecánica	Transporte
		Refrigeración
		Fuerza Mecánica
	Iluminación	Iluminación
	Otros	Electrólisis
Otros Usos		
<b>Sector Construcción</b>	Fuerza Motriz	
	Calor	
	Iluminación	

### 1.2.5 Cálculo de la energía útil

La *Figura 3* muestra la cadena energética desde la producción de energía primaria pasando por los centros de transformación hasta entregar la energía final a los usuarios, quienes la convierten en energía útil para tener algún servicio (iluminación, cocción, fuerza etc.).

**Figura 3. Cadena energética**



Fuente: GEA (Global Energy Assessment) Energy Primer 2012

La energía final es aquella que se pone a disposición del consumidor y debe sufrir alguna transformación para conseguir una forma de energía apta para su empleo. Esta transformación, siempre tiene lugar mediante un equipo de uso final como los mencionados en cada subsector, aunque este sea sencillo y en este momento surjan pérdidas.

La energía útil es la diferencia entre la energía que se pone a disposición del consumidor y el total de las pérdidas que tienen lugar en el estado del consumo final.

Sin contar con las pérdidas sufridas debidas a las prácticas de uso, se puede calcular la energía útil en primera aproximación considerando la eficiencia de los equipos de uso final

Energía útil = Energía Final X Eficiencia de equipamiento de uso final

### 1.2.6 Centros de Transformación

Reciben el nombre de centros de transformación aquellas instalaciones en las que la energía primaria o secundaria es sometida a procesos que transforman sus propiedades o su naturaleza original, a través de cambios físicos, químicos y/o bioquímicos y cuyo fin es transformarla en otro energético más conveniente para el consumo final.

Los centros de transformación plantean un problema de presentación en el balance de energía final actual, porque por definición, los productos obtenidos al final de la transformación son distintos de los alimentados al proceso. Las entradas y las salidas del proceso aparecen en diferentes columnas del balance y como varios productos pueden ser mostrados como entradas o salidas, resulta difícil reconstruir el proceso de transformación. La solución más sencilla es elaborar balances de los centros de transformación de forma separada y complementaria, uno para cada centro de transformación de energía. Estas hojas de balance deben mostrar, para cada transformador, todas las entradas y salidas, junto con las pérdidas que ocurren durante la operación. Además, se debe mostrar la cantidad de energía necesaria para el proceso de transformación, que por cierto corresponde a una determinada proporción del consumo del sector energético. Las hojas de balance de transformación se expresan en unidades específicas y en una unidad común de energía.

De igual forma se deben evidenciar las pérdidas en transporte y distribución de los diferentes energéticos.

#### 1.2.6.1 Principales centros de transformación

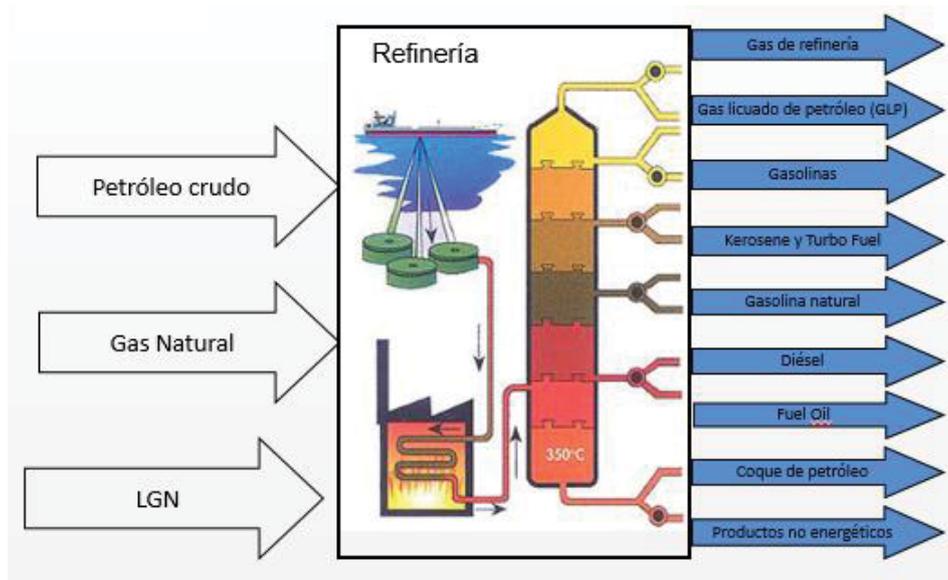
##### 1.2.6.1.1 Refinerías de Petróleo

Son centros de transformación en los que tiene lugar la separación física del petróleo crudo en sus distintos componentes, además de la conversión química de estos componentes a otros diferentes (*Ver Figura 4*).

Las unidades de conversión más utilizadas son:

- Destilación atmosférica (proceso primario de toda refinería)
- Destilación al vacío
- Craqueo térmico
- Craqueo catalítico
- Coqueo
- Reformación catalítica
- Viscoreductora
- Hidrocraqueo

Figura 4. Centros de transformación refinерías



Fuente: Manual de Estadísticas energéticas OLADE, 2011.

#### 1.2.6.1.2 Centrales Eléctricas

Son instalaciones que disponen de equipos que permiten convertir diferentes formas de energía en electricidad, tanto energía directa obtenida de la naturaleza, como la hidroenergía, la geotermia, la energía eólica y la energía solar, así como el calor obtenido de la combustión de otras fuentes. Según la tecnología y el tipo de fuente que utilizan para producir electricidad, las centrales eléctricas se clasifican en:

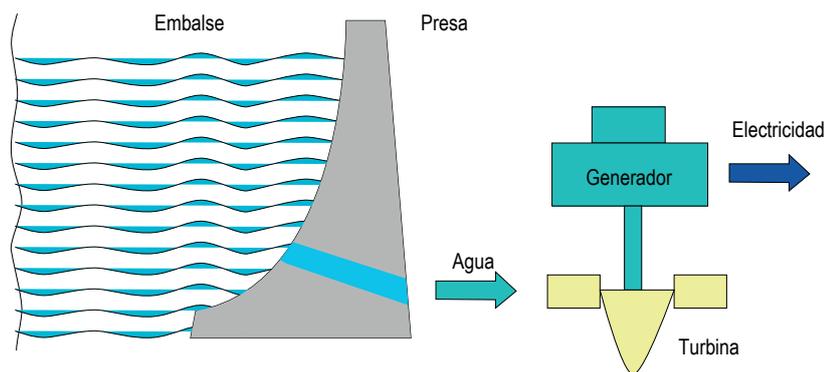
- Hidroeléctricas
- Termoeléctricas convencionales
- Geotérmicas
- Eólicas
- Fotovoltaicas
- Nucleares

A su vez las termoeléctricas convencionales se pueden subdividir en:

- Turbo vapor
- Turbo gas (ciclo abierto)
- Ciclos combinados
- Motores de combustión interna
- **Centrales hidroeléctricas**

Aprovechan la energía de un caudal de agua para mover una turbina acoplada a un generador de electricidad (figura 5). Pueden ser de dos tipos: a) con embalse y b) filo de agua; el primero tiene un reservorio de agua artificial, que permite aumentar la altura de caída y regular el caudal turbinado en el tiempo; el segundo tipo carece de este reservorio y aprovecha la caída natural del río. Para las centrales hidroeléctricas se considera como insumo, la energía del caudal que ingresa a la turbina y como producto, la electricidad generada.

Figura 5. Centrales hidroeléctricas



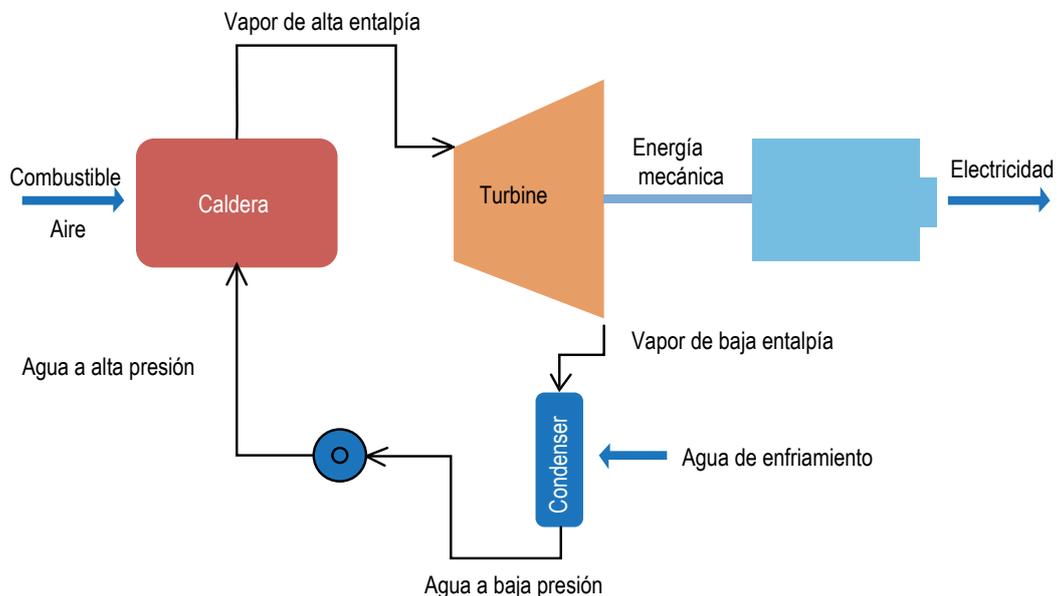
- **Centrales termoeléctricas convencionales**

Son las centrales que convierten el calor de combustión en electricidad. Se clasifican en los siguientes tipos:

- **Turbo vapor**

El calor de combustión es absorbido previamente por el agua en una caldera que genera vapor de agua a altas presiones, el cual mueve una turbina acoplada a un generador de electricidad (figura 6). Se cuentan como insumos a la central turbo vapor, los volúmenes de combustibles utilizados para el calentamiento del agua en la caldera y como producto, la electricidad generada. Los combustibles aprovechados para esta tecnología, son generalmente diesel oil, fuel oil y carbón mineral, aunque en general se puede utilizar cualquier combustible que tenga un poder calorífico aceptable. Se incluyen también como combustibles, productos biomásicos como la leña, el bagazo, el carbón vegetal y algunos residuos agroindustriales.

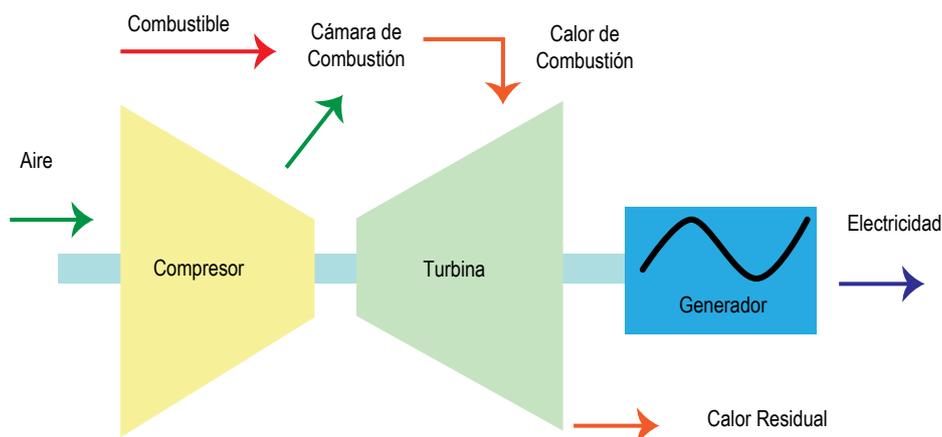
Figura 6. Centrales Turbo vapor



- **Turbo gas**

Es la tecnología donde directamente los gases de la combustión de la fuente, al expandirse, mueven el conjunto turbina-generator, que tiene además acoplado un compresor que insufla el aire para enriquecer la mezcla (figura 7). Los insumos son los combustibles quemados y el producto, la electricidad generada. Los combustibles generalmente utilizados en esta tecnología son el diesel oil, el gas natural y otros gases.

Figura 7. Centrales Turbo gas



- **Ciclo combinado**

Es un conjunto de una turbo gas y una turbo vapor, donde el calor residual de los gases de escape de la turbina a gas, se aprovechan para calentar el agua de la caldera que alimenta una turbina a vapor. Con esta combinación, se logra alcanzar una eficiencia total más alta que la de la turbo vapor y de la turbo gas por separado.

- **Motores de combustión interna**

Son los motores de cilindros y pistones de ciclo Otto y ciclo diesel acoplados a un generador de electricidad. Los más utilizados son los de ciclo diesel (ignición por compresión), que consumen principalmente diesel y fuel oil. Los de ciclo Otto son usados más como generadores domésticos y consumen gasolina, etanol, GLP y otros gases.

### Centrales con cogeneración

Son centrales térmicas, generalmente turbo vapor y turbo gas, donde el calor residual del vapor y de los gases de escape, respectivamente, son usados como calor de proceso.

Normalmente se dice que los productos de este tipo de centrales son electricidad y calor. Sin embargo, en el caso del balance de OLADE, no se considera el calor como un flujo energético, sino que el aprovechamiento de ese calor en actividades diferentes a la generación de electricidad, se le considera directamente un consumo final de los combustibles. Por este motivo, si existen centrales de cogeneración, es necesario calcular la fracción del total de combustibles empleados en la generación de electricidad y la fracción correspondiente al calor residual, el cual debe registrarse como consumo final de dichos combustibles. La metodología de cálculo de las fracciones del consumo de combustible, correspondientes a la generación de electricidad y de calor de proceso

- **Centrales geotérmicas**

Son centrales que aprovechan directamente el vapor de agua que fluye de los pozos geotérmicos, para mover una turbina de vapor acoplada a un generador eléctrico.

El insumo a la central geotérmica, es la entalpía del vapor de agua que fluye del pozo e ingresa a la central. Aunque por lo general las centrales geotérmicas se encuentran ubicadas a boca de pozo, en el trayecto de conducción del vapor geotérmico hasta la turbina, se producen importantes pérdidas de calor, lo que implica una eficiencia baja en la conversión total.

Ante la falta de parámetros para el cálculo de la entalpía del vapor geotérmico, para propósitos del balance energético se utiliza el concepto de energía directa, es decir se estima la producción primaria de energía geotérmica en función de la electricidad generada, con una eficiencia del 100%

De esta manera:

$$EG=EE$$

Donde:

EG=Energía geotérmica,

EE=Electricidad generada

- **Central eólica**

Instalación que convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica (ver Anexo VIII). Debido a las relativamente bajas potencias que desarrolla cada una de las unidades de generación, se necesita de una gran cantidad de aerogeneradores conectados en paralelo para conseguir valores de energía eléctrica apreciables a nivel nacional. A estos conjuntos se les llama también parques eólicos. Si bien el insumo a este tipo de centrales es la energía eólica, la cual, como en todo proceso de transformación de energía sufre pérdidas en los dispositivos mecánicos y eléctricos, para efectos del balance energético se considera como que la energía eólica que ingresa a la central, tiene el mismo valor de la electricidad que se genera.

Así:

$$EO = EE$$

Donde:

EO = Energía eólica

EE = Electricidad generada

- **Centrales fotovoltaicas y termo solares**

Estos dos tipos de centrales eléctricas, convierten la energía solar en electricidad con las siguientes especificaciones:

- **Centrales fotovoltaicas:**

Son paneles de células fotoeléctricas, que al recibir radiación solar, generan una corriente eléctrica.

- **Centrales termosolares:**

Son centrales en las cuales los rayos del sol son concentrados mediante espejos sobre un foco, donde se produce vapor de agua con la suficiente temperatura y presión para mover un conjunto turbina-generador.

Para cualquiera de los casos anteriores, también se debe asumir para efectos del balance, que la energía solar primaria empleada en la generación, es igual a la energía eléctrica generada por la central.

Así:

$$ES = EE$$

Dónde:

ES = Energía solar

EE = Electricidad generada.

### **Producción de electricidad en centrales de servicio público**

Corresponde a la cantidad total de electricidad producida por las plantas del servicio público de un país, es decir, la suma de la electricidad entregada al servicio por todas las centrales, sin descontar sus propios consumos. Los tipos de planta que pueden existir son:

- a) Hidroeléctricas
- b) Geotérmicas

- c) Nucleares o de Fisión
- d) Turbinas de Vapor
- e) Turbinas de Gas (ciclo abierto y combinado)
- f) Motores Diesel
- h) Centrales eólicas
- g) Centrales fotovoltaicas.

No se debe omitir ninguna de las plantas, sea que pertenezcan al sistema interconectado, así como aquellas que estén aisladas. Estas últimas pueden presentar dificultades para recoger la información y no se descarta que se deban realizar encuestas para estimar la producción.

- **Producción de Electricidad en Autoprodutores**

Los autoprodutores son entidades privadas o públicas, tales como:

- Industrias (incluidas las del sector energético),
- Establecimientos Agropecuarios,
- Establecimientos Comerciales y
- Viviendas Particulares.

Aunque no pertenecen al sector eléctrico, tienen instalaciones para producir la propia electricidad que requieren, debido a deficiencias o ausencia del servicio público, o como servicio de emergencia. Los tipos de planta que se pueden encontrar son:

- Pequeñas Hidráulicas
- Turbinas de Vapor
- Turbinas de Gas
- Motores de Combustión Interna

En algunos casos, los autoprodutores, venden sus remanentes de energía eléctrica a la red de servicio público.

Aquí se debe considerar el total de electricidad producida por todas estas plantas. En la mayoría de los países, los datos respectivos no están disponibles. La mejor manera de obtenerlos es:

- 1) Tratar de identificar aquellos autoprodutores que son a la vez macroconsumidores y que representan aproximadamente el 90% de la autoproducción.
- 2) En una segunda etapa se necesitará poner en marcha una amplia encuesta para captar los muy numerosos pequeños autoprodutores.

#### 1.2.6.1.3 *Plantas de Tratamiento de Gas Natural*

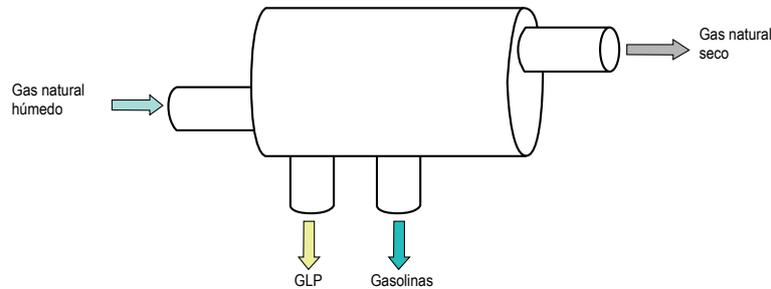
En estas plantas, el gas natural se procesa con el propósito de recuperar hidrocarburos líquidos compuestos como la gasolina y naftas, hidrocarburos puros (butano, propano, etano o mezcla de ellos) y productos no energéticos como el Dióxido de carbono CO<sub>2</sub>.

Generalmente, se emplean gases (gas húmedo) con un contenido significativo de compuestos de alto peso molecular, con el fin de obtener gas (seco), gas licuado y gasolina.

La separación de la gasolina puede realizarse mediante procesos de absorción en aceite mineral o gasolina a alta temperatura; compresión y refrigeración; absorción por carbón vegetal en lechos fijos o continuos; y mayoritariamente por una combinación de estos procesos.

Para poder funcionar, estas plantas necesitan del consumo de combustibles y pequeñas cantidades de electricidad (Ver Figura 8).

**Figura 8. Plantas de tratamiento de gas**



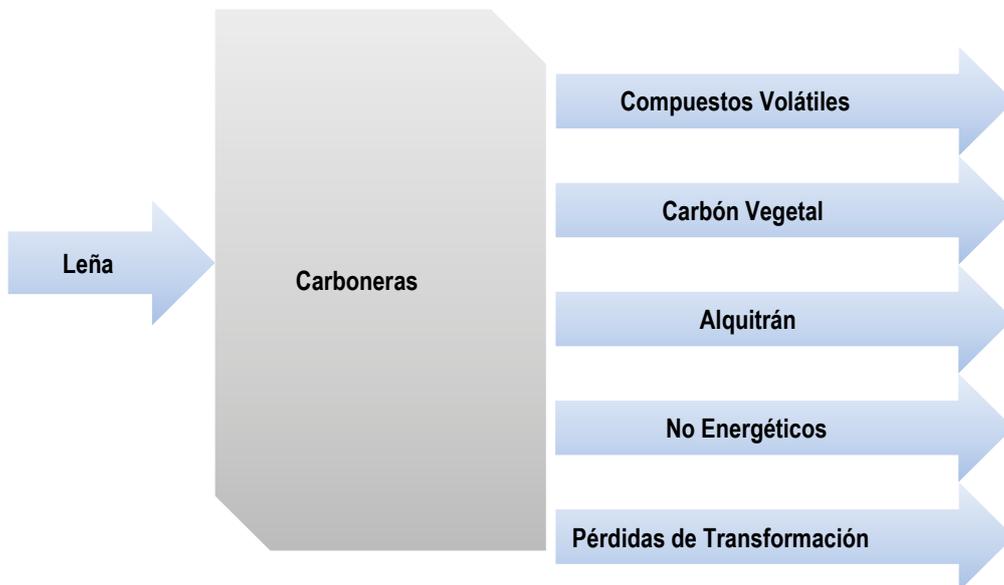
Fuente: Manual de Estadísticas energéticas OLADE, 2011.

#### 1.2.6.1.4 Carboneras

Estos centros de transformación de biomasa consisten en hornos donde tiene lugar la combustión incompleta de la leña para obtener carbón vegetal, productos volátiles y no energéticos (Ver Figura 9)

Las carboneras son poco eficientes debido a que se trata de una combustión incompleta, se pierde mucho calor, quedando carbón en las cenizas. En estas unidades, la recuperación de calor oscila entre 25 y 40 % del calor alimentado a la unidad de proyección.

**Figura 9. Carboneras**



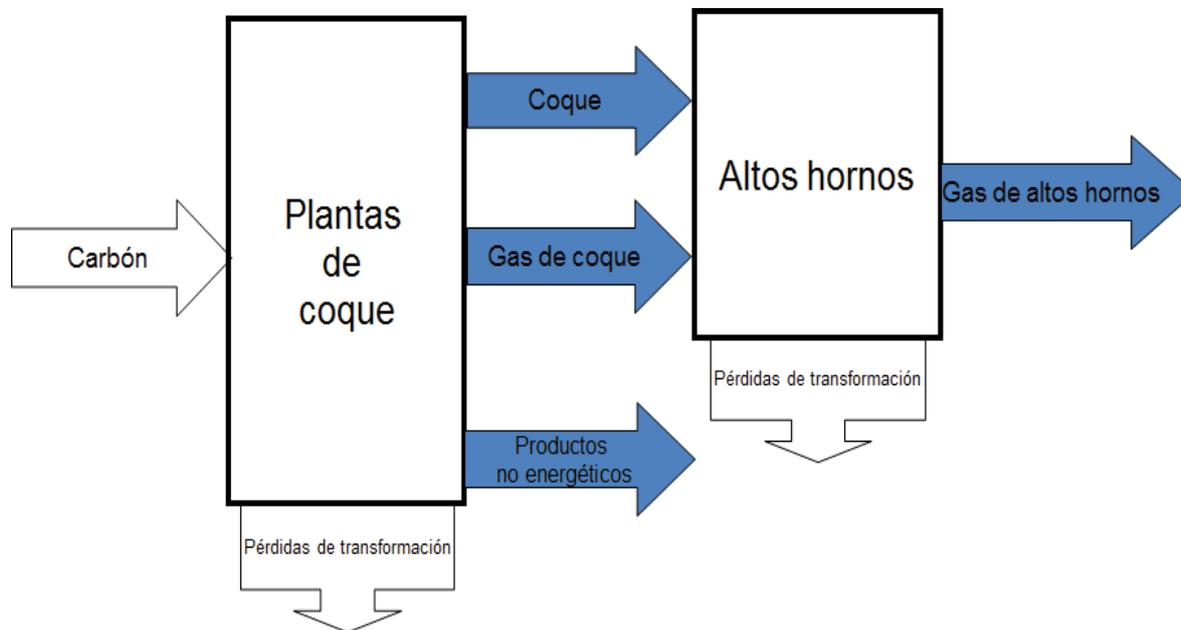
Fuente: Manual de Estadísticas energéticas OLADE, 2011.

#### 1.2.6.1.5 Coquerías

En estas unidades, del carbón que ingresa al centro de transformación se produce coque, gas de coquería, alquitranes y productos no energéticos (benzoles, etc.). Una gran parte del coque producido en este centro es llevada generalmente a los altos hornos. Una porción del alquitrán se consume en el propio proceso aunque normalmente su producción no se registra y su valor se incluye en las pérdidas o como parte de los no energéticos (Ver Figura 10).

En esta unidad pueden consumirse pequeñas cantidades de electricidad.

**Figura 10. Coquerías**



Fuente: Manual de Estadísticas energéticas OLADE, 2011.

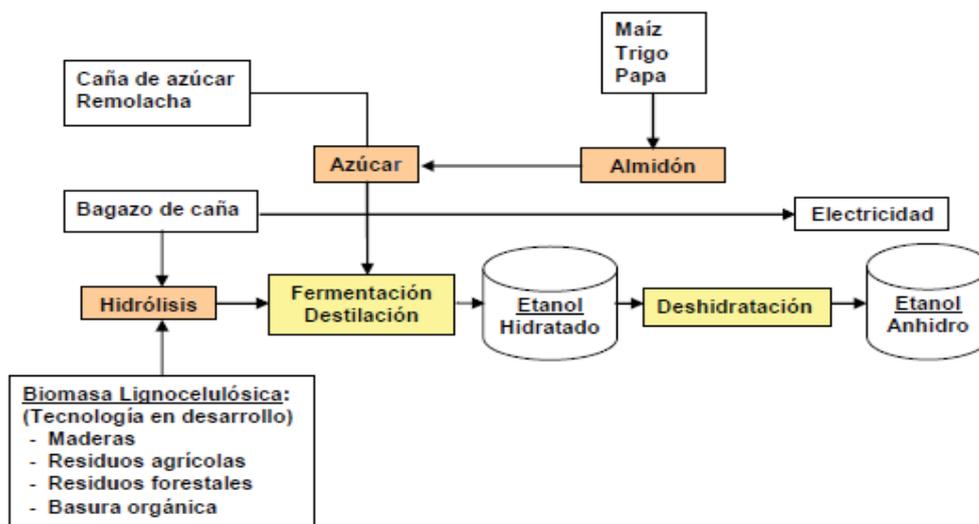
#### 1.2.6.1.6 Destilerías de Alcohol

Estas unidades son centros de transformación donde los productos de caña se transforman para obtener bagazo de caña y alcohol (etanol). Estas destilerías abarcan las destilerías de alcohol que procesan otras materias primas como remolacha, mandioca y otros productos de alto contenido de almidón o celulosa (Ver Figura 11).

La generación del alcohol debe atravesar 3 pasos:

- Preparación de la solución fermentable: en caso de tratarse de soluciones de elevado contenido de azúcar, prepara una solución con una concentración dada, la cual se clarifica por sedimentación y/o centrifugación. Si se trata de materias ricas en almidón, la materia prima debe ser pelada, lavada y molida para extraer el almidón, que luego será sometido a hidrólisis enzimática para obtener azúcares solubles y fermentables. En el caso de compuestos celulósicos, previamente es necesaria una hidrólisis ácida.
- Fermentación: esta etapa implica la conversión microbiológica de las hexosas en alcohol y gas carbónico con desprendimiento de calor.
- Destilación y Deshidratación: implica la separación del alcohol de la masa fermentada, su purificación y deshidratación. Esta etapa es la que consume en mayor cantidad, la energía necesaria para la producción de alcohol.

Figura 11. Destilerías de alcohol



Fuente: Manual de Estadísticas energéticas OLADE, 2011.

#### 1.2.6.1.7 Otras Centros de Transformación

Estos centros abarcan los procesos que posibilitan la producción de gas de gasógeno a partir de leña y la producción de biogás a partir de materia de origen vegetal o animal.

#### 1.2.6.2 Otras Transformaciones

Estas transformaciones encierran el reciclaje de energía relativo a algunos energéticos (por ejemplo: gas de alto horno, gas licuado y naftas de petroquímicas).

En cuanto a las fuentes primarias y secundarias consideradas, serán las mismas que actualmente se reportan en el balance de energía final.

### 1.3 ESTRUCTURA DEL BALANCE – MÉTODO DE CÁLCULO.

La presentación del balance energético en términos de energía final implica una matriz de doble entrada, en la cual las columnas representan los energéticos y las filas indican las operaciones (actividades) que comprenden al sistema energético.

El barril equivalente de petróleo (BEP) constituye la unidad de contabilización.

El Balance Energético en términos de Energía Final (BEEF) abarca tres partes:

- Oferta
- Centros de transformación
- Consumo Final Total

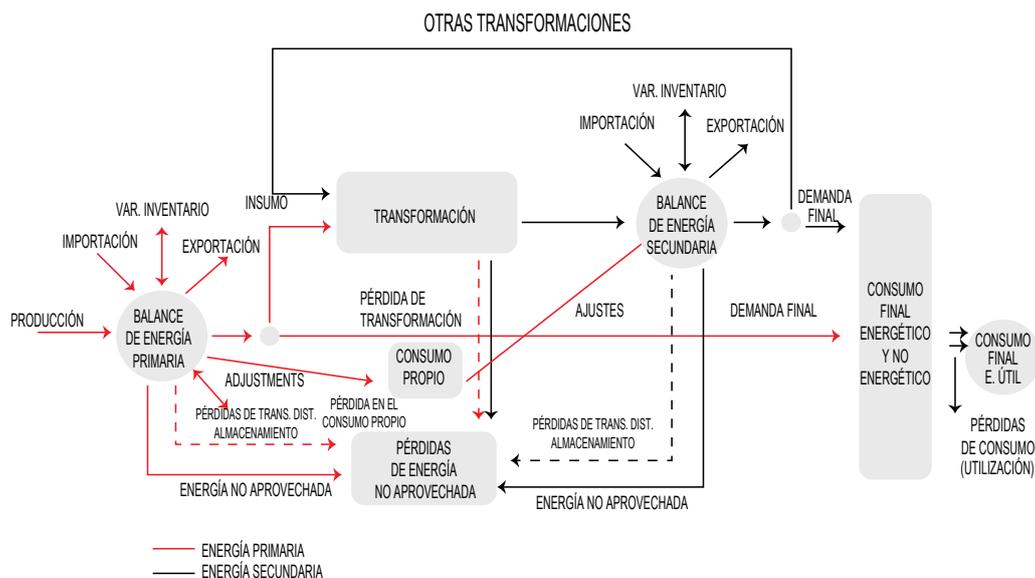
Para conseguir el balance energético en términos de energía útil (BEEU), es necesario ampliar el consumo final del balance. Se calcula la energía útil a partir de la desagregación del consumo final en usos y dentro de éstos la participación de fuentes y equipos empleados.

La nueva matriz del balance energético confeccionada por OLADE, en términos de energía útil detalla las relaciones entre todas las etapas del proceso energético.

*“Esta es una matriz de doble entrada, en la cual las columnas representan los energéticos y las filas indican las operaciones (actividades) que comprenden al sistema energético.”*

	Fuentes de energía primaria													Fuentes de energía secundaria																			
	Hidrocarburos Primarios			Fuentes Minerales		Energía Directa			Biomasa			Otras Fuentes Primarias		Productos de petróleo y gas natural						Productos de fuentes minerales						Productos de biomasa							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
	Petróleo crudo	Líquidos de Gas Natural	Gas natural	Carbón mineral	Nuclear	Hidroenergía	Geotermia	Eólica	Solar	Leña	Productos de caña	Otra biomasa		Electricidad	GLP	Gasolina	Kerosene y Jet Fuel	Diesel oil	Fuel oil	Gas de refinería	Coque de petróleo	Otros productos de petróleo y gas	Coque de carbón mineral	Gases industriales	Otros productos de fuentes minerales	Carbon vegetal	Etanol	Biodiesel	Biogas	Otras fuentes secundarias	No energético		
	<b>ENERGÍA PRIMARIA</b>																																
1	<b>ENERGÍA SECUNDARIA</b>																																
2	<b>CENTROS DE TRANSFORMACIÓN</b>																																
3	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
4	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
5	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
6	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
7	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
8	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
9	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
10	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
11	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
12	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
13	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
14	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
15	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
16	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
17	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
18	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
19	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
20	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
21	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
22	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
23	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
24	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
25	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
26	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
27	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
28	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
29	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
30	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
31	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
32	<b>CONSUMO FINAL</b>																																
33	<b>CONSUMO FINAL</b>																																

Figura 12. Flujo energético completo



Fuente: Metodología OLADE BEEU, 1984.

En el anterior flujo energético completo (Ver Figura 12), se diferencian cuatro funciones:

- Oferta: abastecimiento de energía mediante la combinación de la producción, la importación, la exportación y la variación de inventarios.
- Transformación: modificación física, química y/o bioquímica de una fuente energética en otra mediante un Centro de Transformación.
- Consumo Final: consumo de energéticos llevado a cabo por los consumidores de los distintos sectores, antes de efectuarse alguna conversión química o física de energía.
- Utilización: conversión de energía final en energía intermedia, mediante un equipo y un sistema de utilización, cuyas eficiencias originan la energía útil.

En la confección del balance útil o las planillas principales en términos de energía útil (Tabla 1 a Tabla 6), se sugiere organizar la información por energético y por sector en las planillas referidas. Se deben tener en cuenta los siguientes principios:

1. Observar la primera ley de la termodinámica, la cual implica que la energía en un sistema cerrado es constante, o sea: insumo = producto + pérdidas. Dado que el balance es un sistema cerrado, el consumidor no puede obtener más energía de la que está a su disposición.
2. Trabajar con la totalidad de las fuentes energéticas con criterios similares (empleo uniforme de equivalentes precisos, factores de conversión y el mismo sistema de balance).
3. Emplear una unidad de medida común, general y aplicable para todas las fuentes energéticas y todas las formas de uso de la energía. Puede aplicarse el barril equivalente de petróleo bep o cualquier otra unidad calórica.
4. Considerar los flujos energéticos, desde el momento de su producción hasta el uso final.
5. Observar operaciones solamente a nivel nacional a nivel de oferta
6. Obtener un juego de estadísticas que se pueda procesar en una computadora.

Por las demás generalidades, glosario, definiciones y otros referirse al balance de energía final actual y al manual de estadísticas energéticas de OLADE.

Esta perspectiva de uso final de la energía en los sistemas de energía se facilita por el hecho de que en el campo de la energía se ha desarrollado un concepto que permite la medición y la contabilidad en forma agregada acorde a la gran diversidad de los diferentes servicios energéticos suministrados: la energía útil. Este concepto y sus estadísticas asociadas se introdujeron hace muchas décadas, aunque han desaparecido de la atención de los organismos de estadística y como resultado esta insuficientemente representada en los estudios y modelos de sistemas de energía y transiciones.

	Fuentes de energía primaria										Fuentes de energía secundaria																									
	Hidrocarburos Primarios			Fuentes Minerales		Energía Directa			Biomasa			Otras Fuentes Primarias		Productos de petróleo y gas natural					Productos de fuentes minerales					Productos de biomasa												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
1	Petróleo crudo	Líquidos de Gas Natural	Gas natural	Carbón mineral	Nuclear	Hidroenergía	Geotermia	Eólica	Solar	Leña	Productos de caña	Otra biomasa		Electricidad	GLP	Gasolina	Kerosene y Jet Fuel	Diesel oil	Fuel oil	Gas de refinería	Coque de petróleo	Otros productos de petróleo y gas	Coque de carbón mineral	Gases industriales	Otros productos de minerales	Carbon vegetal	Etanol	Biodiesel	Biogás	Otras turberas	No secundarias	energético				
1	<b>ENERGÍA PRIMARIA</b>																																			
2	<b>ENERGÍA SECUNDARIA</b>																																			
10	<b>CENTROS DE TRANSFORMACIÓN</b>																																			
20	<b>CONSUMO FINAL</b>																																			
30	<b>CONSUMO ÚTIL</b>																																			
1	Producción primaria																																			
2	Reinyección o recirculación de GN																																			
3	Importación																																			
4	Exportación																																			
5	Variación de inventario																																			
6	No aprovechado																																			
7	Transferencias																																			
8	Bunkers																																			
9	OFERTA TOTAL																																			
10	Refinería																																			
11	Centros de gas																																			
12	Centrales eléctricas																																			
13	Autoproducciones																																			
14	Coproiería																																			
15	Alto horno																																			
16	Carbonera																																			
17	Destilería de etanol																																			
18	Plantas de biodiesel																																			
19	Otras Transformaciones																																			
20	TRANSFORMACIÓN TOTAL																																			
21	Transporte																																			
22	Industria																																			
23	Residencial																																			
24	Comercial, servicios y público																																			
25	Agro, silvicultura y pesca																																			
26	Minería																																			
27	Construcción y otros																																			
28	CONSUMO ENERGÉTICO																																			
29	No energético																																			
30	CONSUMO FINAL																																			
31	Consumo propio																																			
32	Pérdidas																																			
33	Ajuste																																			
34	Transporte																																			
35	Industria																																			
36	Residencial																																			
37	Comercial, servicios y público																																			
38	Agro, silvicultura y pesca																																			
39	Minería																																			
40	Construcción y otros																																			
41	CONSUMO ÚTIL																																			

**Tabla 1. Formato de consumo de energía final y útil por fuentes**

Año:

Sector:

Unidad:

FUENTES	ENERGÍA FINAL		ENERGÍA ÚTIL		RENDIMIENTO (2) / (1)
	CONSUMO (1)	%	CONSUMO (2)	%	
FUENTE 1					
FUENTE 2					
FUENTE n					
TOTAL					

Fuente: Metodología OLADE BEEU, 1984.

**Tabla 2. Formato de consumo de energía final y útil por usos**

Año:

Sector:

Unidad:

USOS	ENERGÍA FINAL		ENERGÍA ÚTIL		RENDIMIENTO (2) / (1)
	CONSUMO (1)	%	CONSUMO (2)	%	
USO 1					
USO 2					
USO n					
TOTAL	100			100	

Fuente: Metodología OLADE BEEU, 1984.

**Tabla 3. Formato de consumo de energía final y útil por subsectores**

Año:

Sector:

Unidad:

SUBSECTORES	ENERGÍA FINAL		ENERGÍA ÚTIL		RENDIMIENTO (2) / (1)
	CONSUMO (1)	%	CONSUMO (2)	%	
SUBSECTOR 1					
SUBSECTOR 2					
SUBSECTOR n					
TOTAL		100		100	

Fuente: Metodología OLADE BEEU, 1984.

**Tabla 4. Formato de consumo de energía final y útil por subsector y por usos**

Año:

Sector:

Unidad:

USOS	ENERGÍA FINAL		ENERGÍA ÚTIL		RENDIMIENTO (2) / (1)
	CONSUMO (1)	%	CONSUMO (2)	%	
USO 1					
USO 2					
USO n					
TOTAL					

Fuente: Metodología OLADE BEEU, 1984.

**Tabla 5. Formato de consumo de energía final y útil por subsector y por usos**

Año:

Sector:

Unidad:

USOS	ENERGÍA FINAL		ENERGÍA ÚTIL		RENDIMIENTO (2) / (1)
	CONSUMO (1)	%	CONSUMO (2)	%	
USO 1					
USO 2					
USO n					
TOTAL					

Fuente: Metodología OLADE BEEU, 1984.

**Tabla 6. Formato de consumo de productos no energéticos por sectores**

Año:

PRODUCTO	PRODUCTO 1	PRODUCTO 2	PRODUCTO 3	PRODUCTO 4	PRODUCTO 5	TOTAL
SECTOR						
1. TRANSPORTE						
2. INDUSTRIAL						
3. RESIDENCIAL						
4. COM / SER / PUB						
5. AGRO / PESCA / MINERÍA						
6. CONSUMO PROPIO						
7. OTROS						
TOTAL						

Fuente: Metodología OLADE BEEU, 1984.

### 1.3.1 ¿Qué información capturar?

Para cumplir el objetivo de construir el balance de energía en términos de energía útil es preciso capturar información adicional a la necesaria utilizada en la construcción del balance de energía final. Para conseguir esta información la mayor parte de los países han realizado estudios de caracterización energética a nivel sectorial.

En la medida en que se pretenda utilizar los BEEU como herramienta del Diagnóstico Energético resulta imprescindible, la desagregación de los sectores en un conjunto de actividades relativamente homogéneas tanto en lo que se refiere a su requerimiento energético como a la evolución de su nivel de actividad. Esto resulta de fundamental importancia como elemento explicativo de las variaciones producidas en el consumo energético de cada sector.

Por otra parte, tanto el BEEU como el Diagnóstico Energético constituyen el punto de partida de los análisis de previsión de demanda. En consecuencia, la definición de los subsectores debe estar necesariamente ligada a la organización de la información macroeconómica, dado que cualquier análisis de previsión de demanda energética requiere necesariamente la vinculación de los consumos energéticos y el nivel de actividad de la rama que se trate.

Que el nivel de desagregación propuesto resulte suficiente o no para un buen análisis de previsión de demanda, dependerá del grado de complejidad de cada sector en los países, como también de la importancia que el sector tenga en el consumo energético nacional.

#### 1.3.1.1 Sector Transporte

La caracterización realizada en este sector debe permitir una discriminación de la información por cada uno de los subsectores descritos en el numeral 1.2.3.

El propósito de la caracterización es conocer el parque de vehículos, el consumo de energéticos y combustibles, las tecnologías utilizadas y sus correspondientes eficiencias de conversión, la carga o pasajeros transportados, los kilómetros recorridos y en general un diagnóstico sobre los problemas y sus posibles soluciones para mejorar la eficiencia energética del sector incluido el sistema vial y el diseño del sistema de tráfico urbano e intermunicipal.

Toda esta información discriminada por:

- Modo: Terrestre, Ferroviario, Aéreo, Fluvial, Marítimo.
- Objeto del servicio: Pasajeros, Carga.
- Naturaleza del servicio: Urbano, Intermunicipal.
- Tipo de servicio: Privado, Público, Oficial.

Considerando todos los tipos de vehículos, camiones, tracto-camiones, trenes, buses articulados y buses, motos, automóviles, camionetas, barcos, barcasas y otros.

Considerando las tecnologías: Motores de combustión interna (Gasolina, Diesel, GNV, GLP, Biodiesel, Alcohol, Kerosene, Jet Fuel, Fuel Oil), motores eléctricos, Sistemas híbridos.

#### 1.3.1.2 Sector Industrial

La caracterización realizada en este sector debe permitir una discriminación de la información por cada uno de los subsectores descritos en el numeral 1.2.3.

El propósito de la caracterización energética en este sector es conocer el consumo de energéticos y combustibles (gaseosos, líquidos y sólidos), las tecnologías utilizadas para cada uno de los usos energéticos (servicios) en los subsectores y sus respectivas eficiencias de conversión. La autogeneración y cogeneración, la penetración de las energías renovables, el uso de combustibles alternativos (biomasa, desechos, etc.) y en general un diagnóstico sobre los problemas y sus posibles soluciones para mejorar la eficiencia energética del sector incluidos los sistemas de producción.

Toda esta información discriminada por:

- Subsectores: Alimentos, bebidas y tabaco, Textil, Confecciones, calzado y cuero, Maderas muebles, Papel, celulosa y gráfica, Química (exceptuando refinación de petróleo), Cemento, Piedras, vidrios y cerámicas, Hierro, acero y metales no ferrosos (exceptuando coquerías), Maquinaria y equipos, Otras industrias.
- Usos: Vapor, Calor directo (alta, media y baja temperatura), Fuerza mecánica (ventiladores, aire comprimido, bombas, bandas transportadoras, molinos, sistemas de inyección, etc), otros usos (refrigeración, iluminación, materia prima, electrolisis, transporte interno, otros).
- Tecnologías: Calderas (Carbón, GN, GLP, Diesel, Biomasa), Motores, Hornos (alta, media y baja temperatura), Sistemas de refrigeración, compresores, otros. Sistemas de producción (Ejemplo: cemento vía seca, húmeda o semi-seca, acero a partir de sinterización, fundición y otros.)

#### 1.3.1.3 Sector Residencial

La caracterización realizada en este sector debe permitir una discriminación de la información por cada uno de los subsectores descritos en el numeral 1.2.3.

El propósito de la caracterización energética en este sector es conocer el consumo de energéticos y combustibles (gaseosos, líquidos y sólidos), las tecnologías utilizadas para cada uno de los usos energéticos (servicios) en los subsectores y sus respectivas eficiencias de conversión de energía final a energía útil. La penetración de las energías renovables, el uso de combustibles alternativos (biomasa, desechos, etc.) y en general un diagnóstico sobre los problemas y sus posibles soluciones para mejorar la eficiencia energética.

Toda esta información discriminada por:

- Subsectores: Urbano y Rural por estratos socio económicos, se debería dar prioridad a los mismos utilizados por las estadísticas o encuestas domiciliarias de cada país.
- Usos: Calefacción, Aire acondicionado, ventilación, cocción, refrigeración, calentamiento de agua, iluminación, fuerza motriz (bombeo de agua, electrodomésticos y otros motores), otros equipos eléctricos (Tv, PC, sonido y comunicaciones etc.).
- Tecnologías: Pequeñas calderas, estufas y calentadores de agua (Carbón, GN, GLP, Diesel, Biomasa), neveras, congeladores, sistemas de aire acondicionado, electrodomésticos, luminarias, energías renovables (solar, eólica, etc.). Generación de electricidad con combustibles.

#### 1.3.1.4 Sector Comercial, Servicios y Público

La caracterización realizada en este sector debe permitir una discriminación de la información por cada uno de los subsectores descritos en el numeral 1.2.3.

El propósito de la caracterización energética en este sector es conocer el consumo de energéticos y combustibles (gaseosos, líquidos y sólidos), las tecnologías utilizadas para cada uno de los usos energéticos (servicios) en los subsectores y sus respectivas eficiencias de conversión de energía final a energía útil. La autogeneración, la penetración de las energías renovables, el uso de combustibles alternativos (biomasa, desechos, etc.) y en general un diagnóstico sobre los problemas y sus posibles soluciones para mejorar la eficiencia energética.

Toda esta información discriminada por:

- Subsectores: Servicios públicos (agua energía). Comercio al por mayor y menor, transporte almacenamiento y comunicaciones. Hoteles y restaurantes. Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios a las empresas. Administración pública, defensa y gobierno. Salud pública y otros servicios (salud, esparcimiento, otros servicios personales y de los hogares). En cualquier caso es conveniente definir los subsectores, en base a una clasificación internacional que todos los países respeten en sus sistemas de información. Se propone, tal como se realiza en el sector industrial, basar la discriminación del sector en la clasificación CIIU (Clasificación Internacional Industrial Uniforme) Rev 4.
- Usos: Calefacción, Aire acondicionado, ventilación, cocción, refrigeración, calentamiento de agua, iluminación, fuerza motriz (bombeo de agua, electrodomésticos y otros motores), otros equipos eléctricos (TV, PC, sonido y comunicaciones etc.).

- Tecnologías: Pequeñas calderas, estufas y calentadores de agua (Carbón, GN, GLP, Diesel, Biomasa), neveras, congeladores, refrigeración comercial, sistemas de aire acondicionado, electrodomésticos, luminarias, energías renovables (solar, eólica, etc.). Generación de electricidad con combustibles.

#### 1.3.1.5 Sector Agro, pesca y minería

La caracterización realizada en este sector debe permitir una discriminación de la información por cada uno de los subsectores descritos en el numeral 1.2.3.

El propósito de la caracterización energética en este sector es conocer el consumo de energéticos y combustibles (gaseosos, líquidos y sólidos), las tecnologías utilizadas para cada uno de los usos energéticos (servicios) en los subsectores y sus respectivas eficiencias de conversión de energía final a energía útil. La autogeneración, la penetración de las energías renovables, el uso de combustibles alternativos (biomasa, desechos, etc.) y en general un diagnóstico sobre los problemas y sus posibles soluciones para mejorar la eficiencia energética.

Toda esta información discriminada por:

- Subsectores:
  - Agricultura: Agricultura y caza, Silvicultura y extracción de madera.
  - Pesca: Pesca
  - Minería: Extracción de minerales metálicos, extracción de minerales no metálicos.
- Usos: Fuerza mecánica, Vapor, Calor directo, Bombeo y Riego, fumigación, Otros (Calóricos, Iluminación, Refrigeración, Electrólisis).
- Tecnologías: Calderas (Carbón, GN, GLP, Diesel, Biomasa), secado, motores, maquinaria agrícola, tractores, avionetas de fumigación, transporte, neveras, congeladores, refrigeración comercial, luminarias, energías renovables (solar, eólica, biomasa, etc.). Generación de electricidad con combustibles.

#### 1.3.1.6 Sector Consumo Propio

La caracterización realizada en este sector debe permitir una discriminación de la información por cada uno de los subsectores descritos en el numeral 1.2.3.

El propósito de la caracterización energética en este sector es conocer el consumo de energéticos y combustibles (gaseosos, líquidos y sólidos), las tecnologías utilizadas para cada uno de los usos energéticos (servicios) en los subsectores y sus respectivas eficiencias de conversión de energía final a energía útil, la penetración de las energías renovables, el uso de combustibles alternativos (biomasa, desechos, etc.) y en general un diagnóstico sobre los problemas y sus posibles soluciones para mejorar la eficiencia energética.

Toda esta información discriminada por:

- Subsectores:
  - Transformación: Todos los centros de transformación descritos en el numeral 1.2.3.
  - Producción: Petróleo y gas, Carbón mineral, combustibles nucleares, otros (hidro, bagazo, leña, solar, eólica etc.).
  - Transporte y distribución. (Ductos, líneas de transmisión, redes de distribución).
- Usos: Vapor, Calor directo, Fuerza mecánica, Otros (Iluminación, Transporte, Refrigeración Varios).
- Tecnologías: Calderas y hornos (Carbón, GN, GLP, Diesel, Biomasa), motores y bombas, transporte, refrigeración, luminarias, energías renovables (solar, eólica, biomasa, etc.).

## 1.3.2 Como capturar información y con qué frecuencia

Para poder elaborar el balance de energía en términos de energía útil, se deben caracterizar energéticamente todos los sectores descritos por lo menos una vez inicialmente y después realizar las actualizaciones a partir de información secundaria y muestras más ligeras, cada dos años y solo volver a realizar caracterización cuando existan cambios tecnológicos importantes o cuando se implementen medidas de eficiencia energética, reglamentos de etiquetado u otras normativas que impacten el cambio tecnológico y por lo tanto el consumo de energía o como lo propone actualmente OLADE que se haga por lo menos una vez cada 10 años.

### 1.3.2.1 Métodos para la captura de información

Los principales métodos utilizados para capturar el tipo de información requerida en la caracterización energética son:

#### 1.3.2.1.1 Encuestas y entrevistas a Empresas

Encuestas y entrevistas a las empresas relacionadas con el suministro del servicio de energía eléctrica, puede ser un método rentable de obtener información agregada relativa al uso real de energía, y los factores que afectan la demanda. Esto incluye información sobre consumos diarios, horarios, mensual y anual por empresas (grandes consumidores), número de usuarios por sector y subsector, a nivel nacional y regional. Lo mismo sucede con las encuestas y entrevistas a los proveedores de otros energéticos, como combustibles (sólidos, líquidos y gases), también conseguimos información agregada y por empresa (grandes clientes) del consumo mensual y anual. En el caso del sector transporte también se puede lograr información sobre los grandes distribuidores (normalmente no son muchas empresas), en general para cada país, cada sector, subsector y empresa existen formas de conseguir información agregada sobre ventas y consumos de energéticos (Electricidad, GLP, GN, Diesel oil, Carbón, Otros). Este método tiene la ventaja de que una vez establecidos los contactos y el tipo de encuesta realizada, estas empresas podrían seguir suministrando la información en forma periódica (mensual, trimestral o anual). Algunos países dentro de su legislación exigen a las empresas reportes anuales con algún detalle sobre consumos sectoriales con destino a los ministerios.

Esta información así recopilada, obviamente no podrá tener detalle para algunos subsectores, sin embargo, se podrá usar siempre como datos de control para información que proviene de encuestas detalladas a los sectores. Se pueden presentar inconsistencias en la medida que algunas empresas tienen cobertura local y manejan diferentes niveles de información que podrían dificultar la concatenación de la información de varias de ellas. La información debe ser validada con información de otras fuentes de lo contrario se pierde calidad de la misma.

#### 1.3.2.1.2 Encuestas a los usuarios

Este es el método más utilizado en la mayoría de países (EUROSTAT) para capturar este tipo de información.

Las encuestas a los consumidores son el instrumento tradicional de los estadísticos para recopilar datos sobre el consumo de energía. Su principal ventaja es que pueden ser diseñados para capturar los datos que se necesitan, en este caso los energéticos consumidos, combustibles (sólidos, líquidos y gases) y la energía eléctrica utilizada. También se debe tomar la información sobre el inventario de los equipos consumidores de energía y los patrones de usos en todos los sectores, tal como se describieron anteriormente. El inventario deberá contener todos los detalles técnicos que permitan deducir la eficiencia de los equipos, tales como los datos de placa, la edad, el energético consumido y el uso al cual pertenece de acuerdo con la clasificación de usos establecida para cada sector y subsector, etc. También se debe recoger información sobre la autogeneración (con combustibles, energías renovables), cogeneración y almacenamiento energético donde aplique. Los datos de producción en la industria y la carga o pasajeros transportados en el sector transporte o producción de servicios. Sin embargo, puede ser difícil para los usuarios responder a todas las preguntas sobre su consumo de energía. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta que los datos reportados deben ser revisados y validados exhaustivamente.

A pesar de metodologías alternativas para obtener dicha información de una manera más barata y/o más rápida, existen las encuestas de consumidores realizadas como cara a cara (con visita a las instalaciones del usuario). Actualmente sigue siendo el tipo de encuesta más común para las estadísticas oficiales con el propósito de caracterizar energéticamente los sectores (EUROSTAT y otros en Latinoamérica).

En comparación con las encuestas de proveedores - en su mayoría un censo - las encuestas de consumo se realizan normalmente como encuestas por muestreo.

### 1.3.2.1.3 Diseño de encuestas

En primer lugar, para ser capaz de diseñar e implementar un buen estudio de caracterización energética, su objetivo ha de ser claro y no tener dualidades ni dudas. El primer paso es definir los objetivos de la encuesta y las preguntas que la encuesta debe responder, por ejemplo, lo que la encuesta pretende cubrir, cómo la información va a mejorar la formulación de políticas, cuáles son los objetivos a evaluar, cobertura geográfica, nivel de precisión requerida en los resultados, los requisitos legales, etc.

Se deben diseñar estrategias para la recolección de la información en cada sector, por ejemplo en el sector residencial los usuarios son numerosos y las encuestas se deben realizar por muestreo, las encuestas tienen límite en su alcance, no se puede pretender a partir de la encuesta recopilar en forma directa datos sobre el consumo interno de la vivienda pues sería poco práctico, costoso y muy demorado, en ese caso la información que se puede obtener es sobre tenencia de equipos, edades, tecnologías y patrones de uso que permitan con un modelo deducir consumos de energía por usos. En los demás sectores si bien el número de usuarios es menor, se trata de establecimientos más complejos (industrias, hospitales, hoteles, restaurantes etc.) donde además de la simple encuesta se requieren visitas técnicas por parte de personas con conocimiento del tema, capaces de hacer inventarios de equipos y deducir patrones de uso de los mismos.

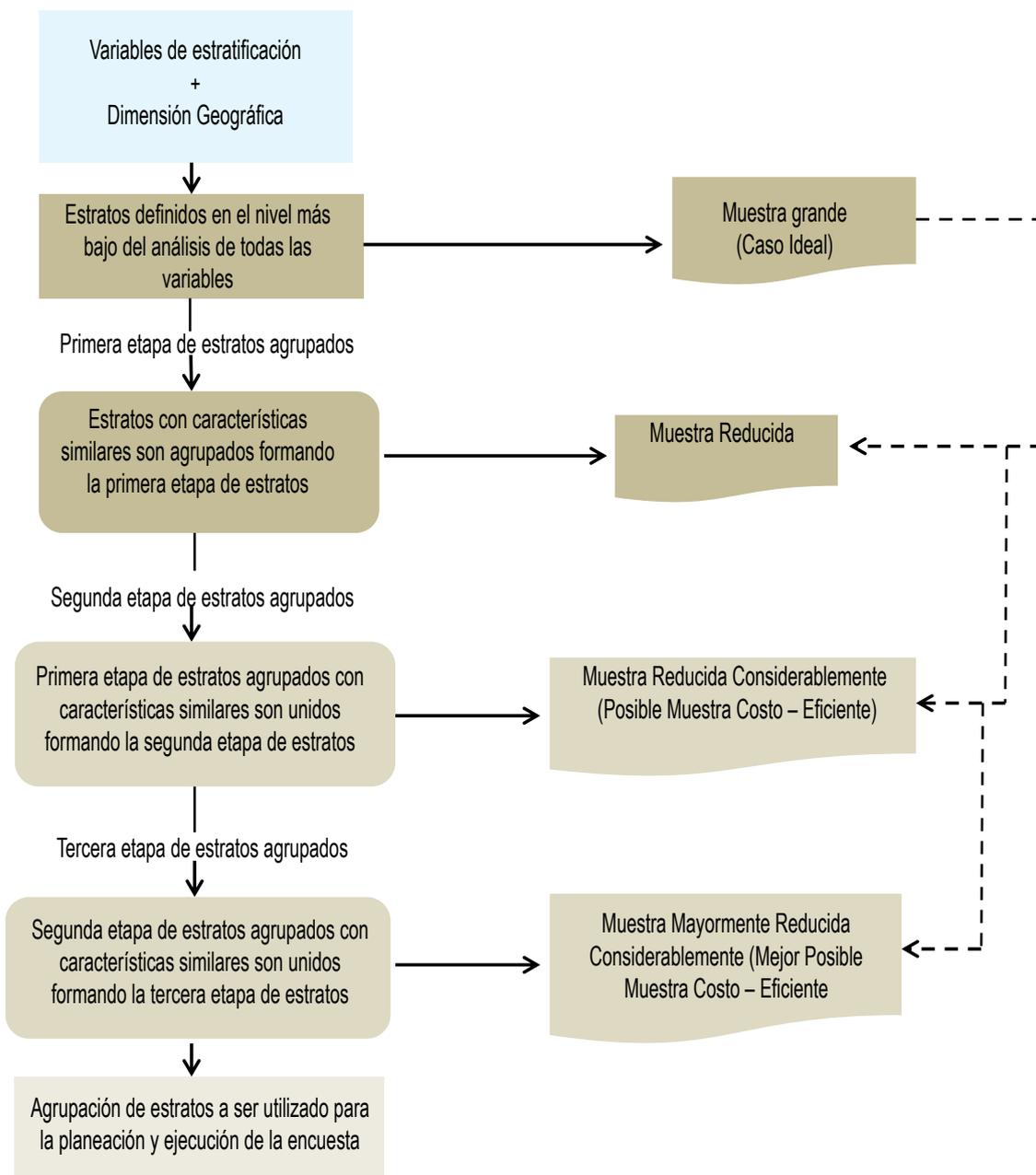
La selección de los usuarios de la muestra debe seguir un procedimiento estructurado que garantice que los factores utilizados para diseñarla proporcionen una muestra representativa de los usuarios en el país. Los factores a considerar en la selección de la muestra incluyen el tipo de usuario, sector, subsector, zonas climáticas (pisos térmicos), la ubicación (rural o urbana) u otros factores que explican las diferencias en el consumo energético de los hogares a nivel nacional. Así, por ejemplo, para un país que abarca varias regiones climáticas un desglose regional es más importante que para un país que no lo tiene.

Existen varios métodos de muestreo para extraer muestras representativas de una población grande, por ejemplo, un muestreo aleatorio, muestreo estratificado, muestreo por conglomerados, el muestreo sistemático o el muestreo de múltiples etapas. Mientras que el uso del muestreo ayuda a reducir el costo y el número de encuestados, la clave para el muestreo es evitar sesgos en la selección de la muestra.

El método de muestreo se determinará conjuntamente con los departamentos especializados en estadística y otros expertos con el fin de satisfacer los requisitos para el error estadístico y la representatividad de la muestra.

El tamaño final de la muestra está determinado, además de los parámetros estadísticos por el presupuesto disponible, de tal forma que se deben buscar formas alternativas de reducirlo teniendo en cuenta los grupos homogéneos existentes en cada sector con equipamientos similares y por ende con consumos que presentan varianzas reducidas. En el esquema de la *Figura 13* se ilustra un ejemplo.

Figura 13. Diseño de Encuestas



Fuente: Manual for statistics on energy consumption in households 2013.

#### 1.3.2.1.4 Métodos de encuesta

Existen varios métodos en cuanto a cómo se puede administrar una encuesta basada en el cuestionario, por ejemplo, cara a cara, por correo, basado en la web, por entrevista telefónica, con cada método tiene sus propias ventajas y desventajas. También es posible utilizar una combinación de estos métodos, por ejemplo, el envío de un cuestionario por correo antes de una entrevista telefónica para invitar a la participación o mejorar la respuesta. Esto es especialmente útil cuando se utilizan cuestionarios largos o complejos.

El método de la entrevista cara a cara es el más comúnmente utilizado en la recogida de datos a través de encuestas por muestreo a gran escala y por lo general resulta en altas tasas de respuesta. Este método consiste en que los entrevistadores visitan en su sitio a los encuestados seleccionados para recopilar información mediante preguntas. La principal ventaja de este método es que los entrevistadores pueden convencer a los encuestados (a través de la motivación) para contestar las preguntas y pueden explicar mejor los objetivos de la encuesta. Además, este método ofrece un mayor potencial para la recogida de información estadística sobre

los temas conceptualmente difíciles. Sin embargo, las principales limitaciones en el uso del método de la entrevista cara a cara es que diferentes entrevistadores pueden dar diferentes interpretaciones a las preguntas; los entrevistadores pueden introducir un sesgo en los resultados por lo que sugiere respuestas a los encuestados; características personales de los entrevistadores, por ejemplo, la edad, el sexo y, a veces, incluso la raza, pueden influir en las actitudes de los encuestados.

De cualquier forma, para que las encuestas sean exitosas, con altas tasas de respuesta, se requiere diseñar un plan de fidelización para los encuestados, este consiste establecer algún tipo de incentivo para los usuarios que respondan la encuesta. En el sector residencial puede ser algo sencillo un manual para ahorrar energía, un pequeño obsequio, etc. Para los usuarios del sector industrial, servicios o transporte, se podría establecer que para que los usuarios puedan disfrutar de los beneficios del estado sea indispensable que respondan las encuestas con alguna periodicidad. En Colombia para estimular la votación en cualquier tipo de elecciones para puestos públicos se establece como incentivo el certificado electoral que tiene ventajas cuando se requiere el pasaporte internacional, algunos descuentos en universidades públicas u otros beneficios con el estado.

#### 1.3.2.1.5 El uso de información secundaria

Se trata del uso de los datos administrativos y fuentes secundarias a los efectos de las estadísticas de energía y otra información relacionada con las características de las empresas y usuarios en general en todos los sectores

En la práctica, los datos administrativos se utilizan normalmente para administrar una política de gobierno o para el mantenimiento de registros sobre las personas o las propiedades individuales, y por lo tanto se utilizan como fuente de información de gestión. Los datos administrativos a menudo se encapsulan en un registro, es decir, una base de datos que se actualiza continuamente ya sea para fines administrativos o para fines estadísticos).

Un ejemplo de un registro administrativo es el conjunto combinado de registros de facturación de las empresas de energía que contienen los datos sobre el consumo de energía de todos sus clientes (que cuando se combinan incluiría prácticamente todos los usuarios). La ventaja obvia de la cobertura total de este registro es que permite la producción de estadísticas más detalladas y que elimina el error de muestreo.

Un registro generalmente se basa en los datos recogidos por otras organizaciones (datos secundarios). Tales fuentes secundarias, pueden obtener la información y mantenerla como empresa privada o entidad o, más comúnmente, una agencia del gobierno (fuente pública).

Las fuentes secundarias que pueden ser útiles para las estadísticas de energía incluyen los registros de consumo de energía de la electricidad y el gas en poder de las empresas de energía, edificios- o registro de la propiedad, los registros de ventas de los proveedores o fabricantes de aparatos o equipos consumidores de energía (refrigeración, calefacción, motores, etc.). También es posible tener las especificaciones técnicas de los equipos usados en los diferentes sectores para obtener los diferentes servicios como iluminación, calefacción, fuerza, refrigeración y otros.

En la práctica, sin embargo, la población contenida en el registro administrativo puede no coincidir plenamente con la población objetivo. Para una cobertura más completa cuando se utilizan registros comerciales, por lo general varias fuentes necesitan ser combinados.

Algunos registros útiles existentes en mayoría de países son:

1. Registro único Empresarial o su equivalente, es el registro de las empresas en cámaras de comercio o bases de datos equivalentes, clasificadas por CIIU con los datos principales de las mismas, número de empleados, activos, ventas o producción, número de sucursales y otros.
2. Registro único tributario, es el registro de la empresa o establecimiento en las oficinas de impuestos nacionales.
3. Registro único de tránsito, es el registro de los automóviles, camiones, buses, tracto camiones, motos y todo tipo de vehículos en las oficinas administrativas del tránsito y transportes.
4. Cuentas nacionales.
5. Registro de importaciones y exportaciones.
6. Encuesta anual manufacturera.
7. Encuesta anual de hogares y calidad de vida.

8. Censos de población.
9. Directorios de empresas privadas y oficiales.
10. Otros estudios y reportes sectoriales (como proveedores de gas y electricidad).

#### 1.3.2.1.6 Modelación

El consumo de energía para cada uno de los usos (servicios) no se puede obtener en forma directa en las encuestas, pues los usuarios no lo conocen, esta información no está disponible, el consumo de energía es un tema muy complejo que los encuestados no están en capacidad de responder. Este hecho es el perfecto punto de partida para pensar en la aplicación de modelos cuyo aspecto más importante, aunque no el único, es convertir la información no disponible en disponible. La aplicación de modelos ayuda a reducir la frecuencia de realización de las encuestas y en algunos casos también a reducir el tamaño de las muestras. Esto ahorra recursos y ayuda a reducir el número de los encuestados.

Debido a la complejidad del tema del consumo de energía, las respuestas de la encuesta tienen que ser validadas intensa y cuidadosamente. Tal validación de datos se basa normalmente en los valores predeterminados (por defecto) que se utilizan para comprobar la fiabilidad de las respuestas. Por lo tanto, se puede afirmar que las encuestas son en cualquier caso, sólo el primer paso y una validación de datos basada en los modelos el segundo paso absolutamente necesario para obtener las cifras reales de consumo.

Por otro lado, los resultados de los modelos son extremadamente dependientes de los supuestos realistas del modelo. Esto significa que tanto los supuestos como los pasos del modelado se deben conocer en detalle y deben ser resultado de otras encuestas y sobre todo de mediciones en laboratorio por parte de expertos en el tema.

El modelo puede ser utilizado de dos maneras diferentes:

1. Aproximación basada principalmente en el modelo:

Este es el caso en donde no existen encuestas específicas sobre consumo de energía, ni preguntas relacionadas con el consumo de energía en otras encuestas. Los datos de entrada del modelo, por ejemplo, son datos administrativos o información secundaria recolectada con diferentes propósitos. En estos casos el modelado se utiliza para sustituir encuestas al menos parcialmente. Un posible caso es el modelo de consumo de energía de algunas viviendas con base en registros de medición de otras viviendas

2. Modelos aplicados a resultados de encuestas:

Este es el caso en el que se practicaron encuestas energéticas o existen resultados de encuestas en donde se hicieron preguntas relacionadas al consumo de energía, por ejemplo, en las encuestas de calidad de vida del sector residencial. Los modelos se aplican para obtener información que no se puede preguntar directamente, casos típicos son:

- o Discriminación del consumo por uso (servicio) si se utiliza un energético para más de un propósito (por ejemplo, electricidad para refrigeración, iluminación, cocción, otros).
- o % de energético compartido, si más de un energético se utiliza para un servicio (por ejemplo, la calefacción o climatización de locales).
- o Conversión de la época medida (invierno, verano) al resto del año.
- o Estimar el consumo no medido de energéticos que no son adquiridos, tales como, el calor a partir del sol.
- o Estimar el consumo de biocombustibles no estandarizados, principalmente leña.
- o Cálculo de calor útil.
- o Validación de datos.

#### 1.3.2.1.7 Mediciones In Situ

Medición in situ (está definida como un proceso mediante el cual se toman medidas muy detalladas acerca del consumo de energía de los usuarios) son un instrumento clave para mejorar el conocimiento existente sobre el uso final de la energía en todos los sectores.

Estas mediciones in-situ con frecuencia se han utilizado para evaluar el consumo de electricidad de los diferentes usos finales, aparato por aparato en forma detallada. También se utilizan para evaluar la temperatura interior y exterior en las edificaciones y con el empleo de cámaras termográficas se pueden evaluar temperaturas en los techos, en los tableros eléctricos, en las fachadas de los edificios y en los hornos, calderas y otros dispositivos térmicos en la industria y el sector terciario. Toda esta medición detallada se puede utilizar en el modelado o servir como entrada para los estadísticos, los desarrolladores de modelos, los fabricantes y diseñadores de políticas que tienen su foco en los diferentes sectores.

Desde principios de los años noventa se han llevado a cabo muchas actividades en este campo en la UE. En muchos casos, los promotores han sido los programas de eficiencia energética y las políticas relacionadas con los aparatos electrodomésticos. La experiencia adquirida hasta la fecha permite la transferencia de conocimientos a los países del tercer mundo. En la EU el proyecto REMODECE (Residential Monitoring to Decrease Energy Use and Carbon Emissions in Europe) (2006–2008) tuvo como objetivo incrementar el conocimiento y comprensión del consumo de energía en los hogares de la UE para los diferentes tipos de equipos, niveles de comportamiento y confort de los consumidores, la identificación de las tendencias de la demanda. Los programas de medición se llevaron a cabo a gran escala en alrededor de 1.300 hogares de 12 países.

Este tipo de mediciones, en la medida que permite hacer seguimiento del consumo por usos finales es la única manera cómo podemos evaluar no solo la eficiencia de conversión de energía final a energía útil (energía intermedia según OLADE), sino también incluye las pérdidas en los sistemas de uso (buenas o malas prácticas de uso), por ejemplo, el consumo de energía en los sistemas de calefacción o aire acondicionado en viviendas con diferente tipo de construcción o aislamiento. El consumo de los refrigeradores puestos en diferentes condiciones de operación (con o sin ventilación, con o sin altas temperaturas en su entorno). Es decir, este método sirve para medir la energía final no solo en su producción sino en el consumo.

El proceso de seguimiento es el elemento central de esta metodología, pero debido a las restricciones presupuestarias asociadas a este tipo de proceso, el tamaño de las muestras y el periodo para recoger las mediciones son a menudo limitadas lo cual puede limitar el alcance de la recopilación de información, la representatividad de los resultados y el análisis posterior. Como consecuencia de ello, puede ser sensible combinar el seguimiento con una encuesta aplicada sobre una muestra más grande que incluya la muestra de monitoreo. Este procedimiento integral mejora la consistencia entre los resultados respectivos, que enlazan el conocimiento derivado de los patrones de consumo de electricidad en usos finales con los aspectos de comportamiento.

Por ejemplo, en Colombia entre 2005 y 2012 se realizó la caracterización de todos los sectores, el residencial, el terciario (comercial, servicios y oficial) y el industrial. Se midieron más de 200 viviendas, se encuestaron 4000. Se midieron más de 250 locales comerciales, se encuestaron y se visitaron otro tanto. Se midieron más de 150 industrias y se encuestaron y visitaron más de 200. Estas mediciones permitieron conocer el consumo específico de la mayor parte de los equipos que usan electricidad en todos los sectores, desde neveras, motores, aires acondicionados, chillers y otros. También se lograron caracterizar bastantes tipos de calderas y hornos que utilizan diferentes combustibles. En el sector residencial se midieron eficiencias en las estufas de gas natural y GLP.

Este enfoque permitirá desarrollar modelos para la estimación detallada del consumo de energía final a partir de otras variables que se pueden encuestar con mayor frecuencia sin necesidad de nuevas mediciones, aunque habrá una amplia gama de aspectos de comportamiento cuantificables y otros que determinan la energía final que no se pueden medir fácilmente en las encuestas.

La medición in situ pretende registrar el consumo real (in situ) de los equipos eléctricos principales, así como su patrón de uso. Con el fin de asegurar la fiabilidad de los resultados basados en la medición in situ, es aconsejable acompañar a la medición con una encuesta complementaria que puede ser llevado a cabo sobre la misma muestra o sobre otra de un tamaño más grande. Ambas tienen diferentes objetivos y estrictiones. De esta manera, mientras que la medición in situ se centra en los patrones de uso y consumo de energía eléctrica por usos finales, la encuesta se centra más en los aspectos de comportamiento y levantamiento de inventarios.

La medición corrige la subjetividad de la encuesta, esto en cuanto a que el entrevistado en la encuesta no necesariamente conoce o puede contestar las ineficiencias en el proceso de consumo de la energía. La medición *determina* los consumos de energía reales por uso, la encuesta los *estima* a partir de consumo *ideal* del equipo para un uso determinado, dejando atrás el estado del equipo, prácticas de consumo, condiciones operación, etc.

Con respecto a la facilidad para acceder a los hogares, establecimientos o empresas, en este caso se facilita, pues por experiencias anteriores en Colombia se muestra que el usuario queda satisfecho con un reporte de mediciones y la identificación de oportunidades de ahorro de energía costo eficientes y otras recomendaciones para optimizar el consumo de energía.

Todo el proceso de selección de la muestra es un elemento clave para garantizar el éxito de toda la operación. Las mediciones se realizan sobre una muestra de usuarios, normalmente de tamaño más pequeño que el considerado en las encuestas debido al mayor costo.

La privacidad y confidencialidad de toda la información suministrada se deben garantizar en la misma forma que en los programas de estudio.

De la misma forma que para las encuestas por muestreo se requiere una muestra representativa estadística para garantizar la fiabilidad de los resultados. Sin embargo, la cuestión de la representatividad de las muestras de monitoreo debe ser abordado de una manera diferente. En cualquier caso, cierta consistencia y representatividad deben tener la seguridad en los criterios de muestreo, pero a menudo la selección de las muestras será determinada más por consideraciones prácticas que por una alta representatividad; sin embargo, las muestras pequeñas no pueden considerarse representativas, lo que limita la inferencia estadística a menos que se utilice otra encuesta complementaria. Sin embargo, debe ser lo suficientemente válido para identificar los patrones de uso y consumo de cada clase de equipo.

En el caso de la industria mediana y grande y en general los establecimientos grandes han avanzado de una manera importante en la automatización y el control debido a la gran oferta tecnológica que facilita la medición y el monitoreo de variables que son insumos decisivos para la producción, entre ellas la energía eléctrica, el consumo de combustibles y otras físicas como la presión, la temperatura, la iluminación y otras. Este hecho junto con la adopción creciente por parte de muchas de ellas de los sistemas de gestión eficiente de energía (ISO50001) ayudará a conocer mucho más a fondo la producción de energía útil de los equipos y su consumo en los procesos, teniendo en cuenta las prácticas de uso.



## CAPÍTULO II

---

### Sector Transporte

## 2. SECTOR TRANSPORTE

Con el fin de construir los balances de energía en términos de energía útil BEEU con una generalidad suficiente para cubrir todos los países de la región latinoamericana se propone una desagregación práctica evitando las repeticiones inútiles, así como la inclusión de subsectores cuyo orden de magnitud sea irrelevante.

Se debe tener en cuenta el peso relativo de los grupos en un balance desagregado y la utilidad de esa desagregación para plantear políticas de conservación y sustitución que tengan relevancia.

Se propone la siguiente desagregación en 14 grupos así:

**Tabla 7. Desagregación Transporte**

SECTOR	SUBSECTOR	RECORRIDO	TIPO DE SERVICIO	USO FINAL	TECNOLOGÍA	FUENTES
TRANSPORTE	Terrestre	Urbano	Privado	Pasajeros	Motos, automóviles, camperos, camionetas	Gasolina, Diesel, Electricidad, Biocombustibles, GNV, GLP
			Público	Pasajeros	Taxis, buses, furgonetas, trolebus	Gasolina, Diesel, Electricidad, Biocombustibles
			Público	Carga	Carga liviana, carga pesada	Gasolina, Diesel, Biocombustibles
		Interurbano	Público	Pasajeros	Buses, furgonetas	Gasolina, Diesel, Biocombustibles
			Público	Carga	Carga liviana, carga pesada	Gasolina, Diesel, Biocombustibles
	Ferroviario	Urbano	Público	Pasajeros	Metro, Tranvía, Funicular, Teleférico	Diesel, Electricidad
		Interurbano	Público	Pasajeros	Tren	Diesel, Fuel Oil, Electricidad
	Aéreo	Interurbano	Público	Pasajeros	Helicópteros, Avionetas, Aviones	Gasolina (Av gas), Jet Fuel
			Público	Carga	Helicópteros, Avionetas, Aviones	Gasolina (Av gas), Jet Fuel
	Fluvial	Interurbano	Público	Pasajeros	Lanchas, yates, barcos, ferris	Gasolina, Diesel, Fuel Oil
Público			Carga	Lanchas, barcos	Gasolina, Diesel, Fuel Oil	
Marítimo		Público	Pasajeros	Lanchas, barcos	Gasolina, Diesel, Fuel Oil	
		Público	Carga	Lanchas, barcos, Tanqueros,	Diesel, Fuel Oil	

Esta clasificación puede ser excesiva para muchos países, por lo cual puede tratarse como una desagregación máxima. Esta podría reagruparse en dos categorías: pasajeros y carga, cada una de ellas subdividida por modos, para un total de 10 grupos

### 2.1 DESAGREGACIÓN POR TECNOLOGÍAS Y FUENTES:

Desde el punto de vista físico la energía útil correspondiente al sector transporte es energía mecánica, de acuerdo con esto el uso único sería el transporte de personas y bienes, mediante el desarrollo de trabajo mecánico y energía cinética. Este uso único podría subdividirse en varias categorías de acuerdo a la tecnología utilizada para los motores que producen esa energía cinética.

- Motores de combustión interna (Diesel, gasolina, GLP, GNV)
- Motores de reacción (turbo jet, turbo hélice, motor de agua, etc.)
- Motores eléctricos
- Sistemas híbridos

Si bien estas máquinas producen fuerza mecánica, lo hacen con eficiencias diferentes y en el momento de examinar sustituciones entre combustibles, hay que tener en cuenta esas diferencias.

Es conveniente destacar que en el caso particular del sector transporte, la determinación de la energía útil a partir de la asignación de eficiencias es menos relevante que la propia desagregación de la energía final por fuentes y subsectores, ya que una vez que se ha llegado a esta etapa, se cuenta ya con la mayor parte de la información necesaria para el análisis y proyección de la demanda.

En este caso la energía útil y la eficiencia se expresan en términos de energía final como un consumo específico  $c$  en litros, galones o  $m^3$  por kilómetro recorrido. Existen valores de referencia dados por el fabricante en condiciones ideales (superficie plana, vía

pavimentada, sin obstáculos en el recorrido, sin semáforos etc.), y también se pueden medir en condiciones reales de tráfico y pendientes a partir de laboratorios específicos con un diseño muestral adecuado. Estos valores también dependerán de la edad del vehículo, del mantenimiento y del estado de afinación (sincronización del mismo). Evaluando promedios de estos valores por tipo de vehículos se podría determinar qué tan lejos está el valor real del dado por el fabricante y de esa manera cuantificar las pérdidas debidas a las prácticas de uso.

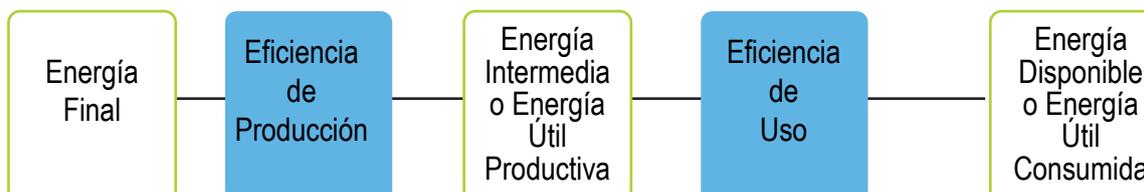
La magnitud transportada se expresa comúnmente en toneladas – kilómetro TKM o pasajeros - kilómetro PKM y es evidente que la utilidad del sector está representada por estas magnitudes, entonces se puede tener un consumo energético por TKM o PKM o valor agregado para comparar medios de transporte o tecnologías entre sí.

En ocasiones también se habla de la eficiencia térmica de conversión de cada una de las tecnologías de un motor diesel de 40% de un motor a gasolina de 28% de un motor a reacción turbo jet de 30% etc. Entonces las pérdidas debidas a la conversión más las pérdidas debidas a las prácticas de uso se contabilizan en el factor real de eficiencia de combustible en términos de litros, galones o m<sup>3</sup> por kilómetro.

## 2.2 ESQUEMA GENERAL DEL BALANCE DE ENERGÍA ÚTIL BEEU EN EL SECTOR TRANSPORTE

Con base en los conceptos descritos es posible determinar la estructura del BEEU del sector transporte y definir los flujos y las ecuaciones que los vinculan. En lo que viene se tratará específicamente de, los procedimientos de recolección de información y procesamiento de datos que se proponen para el cálculo de tales flujos.

En primer término, el BEEU aplicado a una unidad automotriz sigue un esquema de dos etapas, una donde la energía final se transforma en energía de movimiento combinando la eficiencia térmica en los motores con la eficiencia de los mecanismos diseñados por el fabricante para la transmisión y el rodamiento (caja de cambios, tipo de llantas, ejes, etc.), también tiene en cuenta aspectos como: cilindrada y peso. Esta eficiencia combinada se reporta como gal, litros, m<sup>3</sup>, por kilómetro recorrido en condiciones ideales y una segunda etapa en donde la energía producida en la primera se emplea en condiciones reales de terreno y de tránsito (pendientes y bajadas, semáforos, terreno destapado etc.) para dar la energía útil después de prácticas de uso. Los factores de eficiencia finales se pueden obtener a partir de mediciones en campo y laboratorios especialmente diseñados e implementados.



Dependiendo del nivel de profundidad con el cual se realice la caracterización en cada país se podrá establecer la energía útil de la primera o segunda etapa, siendo conscientes de que para la segunda se requieren mediciones en todos los subsectores.

Es claro que se requiere diseñar procedimientos para captura de información para que sea posible la desagregación de los consumos en los subsectores descritos anteriormente. Adicionalmente y para que esta estructura de consumos sirva para planeamiento y proyección de demanda es conveniente expresar los pasajeros kilometro PKM y las toneladas kilometro con idéntica desagregación, si bien estas últimas magnitudes no forman parte del BEEU son un complemento indispensable del mismo, entre otras cosas para permitir el conocimiento de las elasticidades de consumo específico por PKM o TKM.

Se toma como base el modo carretero, por ser es el más complejo y los resultados de este se pueden aplicar fácilmente a los demás modos.

El universo de referencia para los subsectores que componen el modo carretero es el número de vehículos N que forman el parque automotor junto con sus características más importantes a saber:

- El tipo de vehículo: Se debe conocer N para cada categoría, tales como; motos, automóviles privados, taxis, camionetas, camperos, camiones, microbuses, autobuses, tracto camiones, etc.
- La capacidad de transporte ofrecida, medida en número de pasajeros o en toneladas si es de carga
- El modelo o edad de cada unidad dentro de cada categoría
- El tipo de combustible utilizado (gasolina, diesel oil, GLP, GNV, biodiesel alcohol), o electricidad.
- El tipo de recorrido, urbano o intermunicipal.
- El tipo de servicio, Particular, oficial o público.

## 2.2.1 BEEU APLICADO A UN MODO DE TRANSPORTE

Se trata aquí de aplicar la técnica de los DIAGRAMAS DE FLUJO, que es la misma que se utiliza para diseñar el balance energético de un país o región, al modo de transporte escogido siguiendo los lineamientos del principio de conservación de la energía.

En términos generales, un modo de transporte compra energía y la transforma en energía mecánica para el transporte tanto de personas como de carga, por medio del parque de vehículos existente y con las tecnologías mencionadas. La ENERGÍA COMPRADA se desagrega por energético de acuerdo con aquellos presentados en la matriz del balance energético.

En este caso el insumo energético coincide con la energía comprada. En algunos países pueden existir generadores con energías renovables, hidráulicas, solares, geotérmicas, eólicas o biomasa destinados exclusivamente a transporte. Si bien estas energías no se compran, deberían figurar como ingreso para que no se presente desbalance.

Este consumo por fuente puede compararse ahora con el CONSUMO FINAL POR TECNOLOGÍAS.

El consumo final por fuentes y la suma del consumo final por usos (tecnologías) debe estar balanceado y ser consistente, aunque no iguales por variación de inventarios o error estadístico.

El resumen de estas ideas se resume en una única planilla (Tabla 19).

**Tabla 8. Plantilla Resumen**

SECTOR TRANSPORTE									
BALANCE ENERGÉTICO APLICADO A TODO EL SECTOR Y POR MODOS									
TECNOLOGIAS	Motores de Combustión Interna		Motores de reacción		Motores eléctricos		Sistemas Híbridos		CONSUMO TOTAL X FUENTES Y EFICIENCIA MEDIA
	Unidad	%	Unidad	%	Unidad	%	Unidad	%	
FUENTES									
Petróleo crudo									
Líquidos de gas Natural									
Gas natural									
Carbón mineral									
Nuclear									
Hidroenergía									
Geotermia									
Eólica									
Solar									
Leña									
Productos de caña									
Otra biomasa									
Otras primarias									
Electricidad									
GLP									
Gasolina									
Kerosene y Jet Fuel									
Diesel oil									
Fuel oil									
Gas de refinería									
Coque de petróleo									
Otros productos de petróleo y gas									
Coque de carbón mineral									
Gases industriales									
Otros productos de fuentes minerales									
Carbón vegetal									
Etanol									
Biodiesel									
Biogás									
Otras fuentes secundarias									
No energético									
TOTAL									
EFICIENCIA MEDIA X TECNOLOGÍA									
CONSUMO ENERGÍA ÚTIL									
PÉRDIDAS									

Se parte del insumo energético neto que coincide con el consumo final. Este se desagrega por tecnologías y se indica también la eficiencia de producción. En la parte inferior se calcula el consumo de energía útil intermedio como resultado de sumar los consumos útiles ponderados por sus respectivas eficiencias de producción. Luego se colocan las eficiencias de uso (si se conocen o se pueden estimar) y a partir de allí se calcula el consumo útil multiplicando el consumo útil intermedio por estas eficiencias. Finalmente se calcula las pérdidas como diferencia entre consumo final y útil.

## 2.2.2 EL BEEU APLICADO AL SECTOR TRANSPORTE

Como se ha visto anteriormente, prácticamente todos los datos que conforman el BEEU de un modo de transporte se pueden colocar bajo la forma de una tabla de doble entrada. En este numeral se mostrará cómo se puede presentar el BEEU de todo el sector transporte de un país o una región.

En primer lugar, si se quieren visualizar todos los datos que lo componen, las desagregaciones propuestas imponen una tabla de 4 entradas:

- Una por modos de transporte.
- Otra por tecnologías.
- Una por fuentes (según el balance OLADE, 31).
- Otra por tipo de consumo: final, útil, eficiencia y pérdidas.

Respetando el formato de presentación del balance de OLADE, es decir, el listado de los energéticos en las columnas se puede presentar el BEEU del sector transporte en la planilla principal (Tabla 202.)

En esta planilla se registra con el máximo de detalle el consumo final y un resumen de datos para el consumo útil.

Serán entonces tantas planillas como modos de transporte se consideren en cada país, estas formarán parte de sus propios BEEU, pero no necesariamente deberán formar parte de la matriz de los balances de OLADE, aunque deben adjuntarse para el banco de datos de la OLADE.

## 2.3 CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.

### 2.3.1 Información secundaria:

#### 2.3.1.1 Parque automotor:

Se debe tratar de construir el parque automotor a partir de información de las secretarías de tránsito de cada país o Ministerio de transporte, también existen otras fuentes secundarias, como las agencias aseguradoras y los registros únicos de matrículas o los exámenes de diagnóstico existentes en algunos países u otras certificaciones, también las oficinas de impuesto de rodamiento cuentan con información valiosa para configurar el parque automotor. En cualquier caso, existe el inconveniente de que muchos de los vehículos matriculados o registrados en el parque ya no están en circulación y el mecanismo para darlos de baja es complejo y no se realiza.

#### 2.3.1.2 Consumo de combustibles:

Es muy importante contar con la información proveniente de las refinерías de petróleo, las productoras de biodiesel y alcohol nacionales, la importación de combustibles y la distribución mayorista de los mismos a nivel nacional y regional. Las empresas distribuidoras como, Texaco, Mobil, Esso, Petrobras, entre otras, poseen información indispensable para la caracterización, la cual se puede obtener por diferentes medios, entrevistas, contactos a alto nivel, etc.

También existen los grandes consumidores de combustible que se reportan de manera diferente, entre ellos están los generadores de electricidad y algunas industrias, esta información es importante para cerrar el balance en el consumo de combustibles a nivel nacional.

### 2.3.1.3 *Sistemas masivos de transporte:*

En donde quiera que existan los sistemas integrados de transporte o los sistemas masivos (metros, buses articulados por vía exclusiva o preferencial) a nivel urbano o intermunicipal (trenes) tienen información histórica organizada. Los sistemas de transporte aéreo también en razón de los combustibles utilizados que son únicos es relativamente fácil de censar en cuanto a consumo de combustibles, pasajeros y carga transportada.

#### 2.3.2 *Encuestas a usuarios, estaciones de servicio y empresas prestadores de servicio de transporte.*

Se parte del supuesto que la información recopilada en las estaciones de servicio es suficiente para caracterizar el sector transporte, dado que todo el parque activo, se abastece de combustible en las estaciones de servicio EDS.

##### 2.3.2.1 *CARACTERIZACIÓN DE ESTACIONES DE SERVICIO*

La principal fuente de información del estudio de caracterización del sector transporte carretero es la encuesta aplicada a conductores de vehículos en todo el país, encuesta que para garantizar su representatividad debe ser realizada en diferentes días de la semana y horas del día en una muestra de las estaciones de servicio públicas, esto al momento en que los vehículos se acercan a tanquear. Dado que la encuesta se realiza en estaciones de servicio se consideró conveniente obtener, previo a la encuesta a conductores, alguna información relativa a dichas estaciones para validar los resultados de las encuestas a conductores. Específicamente se indagó por información de tipo operativa, técnica y comercial de ellas.

##### 2.3.2.2 *DEFINICIÓN DEL UNIVERSO*

Lo primero a realizar entonces es la definición del universo de estudio, es decir el censo de EDS públicas y privadas. En cada país existen diferentes sistemas de información sobre la distribución de combustibles a nivel nacional y regional. En la mayoría existen sistemas georreferenciados con la localización de las EDS.

El paso siguiente es estratificar las EDS por región, por tamaño o por localización sobre vía principal u otro. Se diseña un formulario para obtener información operativa, técnica y comercial que permita responder cuál es el tiempo promedio que llevan operando las estaciones de servicio públicas, cuántos días a la semana atienden, cuántas horas al día lo hacen, qué combustibles comercializan, de cuántas islas, mangueras y surtidores disponen, cuántos tanques tienen y cuál es su capacidad de almacenamiento, cuál es el volumen promedio de compra que se realiza y con qué frecuencia lo hacen y, como ya se indicó, información comercial relacionada con el volumen de ventas por tipo de combustible.

##### 2.3.2.3 *CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL SECTOR TRANSPORTE CARRETERO*

A continuación, se presentan los principales objetivos que se persiguen con la caracterización energética del sector de transporte carretero.

- A. Determinar el consumo de combustibles (gasolina corriente, gasolina extra, diesel, GLP y GNV – Medir antes de la compresión) que se distribuye a través de las estaciones de servicio a partir de las estaciones de servicio del país, por áreas geográficas, sector económico y segmento del parque automotor.
- B. Validar con información secundaria el censo de estaciones de servicio de venta de combustibles, especificando la información pertinente para la caracterización del transporte carretero.
- C. Actualizar el censo de grandes consumidores en el país a partir de información disponible en las entidades privadas y oficiales encargadas del tema.
- D. En la determinación de los consumos de combustibles que se distribuyen a través de estaciones de servicio diseñar y aplicar muestras, realizar encuestas en cada una de las estaciones seleccionadas con una duración mínima de 16 horas diarias durante dos días a la semana uno de ellos de fin de semana.
- E. Determinar el parque automotor, el consumo específico y el nivel de utilización de los vehículos (kilómetros recorridos, número de pasajeros y carga transportada) para las regiones y los segmentos de interés particular en cada país.
- F. Elaborar con base en información secundaria el censo de empresas de transporte de carga y pasajeros, diseñar muestra y aplicar una encuesta para determinar la demanda de sus vehículos y caracterizarlos.
- G. También se podría elaborar con base en información secundaria el censo de estaciones de servicio privado y aplicar una encuesta a una muestra de ellas que permita cuantificar el número de vehículos que en ellas tanquea con un margen de error de 5% y un nivel de confianza del 95%

### 2.3.2.4 DISEÑO MUESTRAL

Se sugiere aplicar una muestra probabilística, estratificada por conglomerados y multietápica. Es decir, una muestra que permita conocer la probabilidad de selección de cada una de las observaciones que se realicen, separada por los tipos de combustible utilizados (gasolinas, diesel, GLP, GNV) y por regiones, agrupada en estaciones de servicio y que defina su tamaño y se seleccionen siguiendo el orden región, estación, isla y surtidor.

Para la selección de estaciones distribuidoras de combustibles también se utilizará como variable de estratificación el volumen promedio del combustible comercializado por estación, (si es posible conocerlo), mientras no se tenga toda esta información en la totalidad de las estaciones, se les dará la misma probabilidad de selección a todas las estaciones.

La muestra debería ofrecer niveles de error entre el 1.0% y el 5% a nivel nacional, esto con una confiabilidad del 95% y con una muestra balanceada por regiones en busca de niveles de error similares en todas ellas.

### 2.3.2.5 Tipo de muestra

El diseño recomendado es probabilístico, de conglomerados y multietápico.

Probabilístico: porque para cada demandante de combustible se puede conocer la probabilidad de selección y esta a su vez es superior a cero.

De conglomerados, porque el universo de estudio (compradores de combustibles) se agrupa en combustibles y regiones. Además, al disponer de información se podrían ordenar las estaciones por volumen comercializado y realizar la selección atendiendo a ese criterio, probablemente mejorando la confiabilidad de las estimaciones.

Multietápica. Se propone que la selección de la muestra contemple cinco etapas, para cada región y combustible:

- La selección aleatoria para cada región de estaciones en que se venda el combustible, considerando para esa selección una probabilidad de selección en función del volumen de venta del combustible en la estación si este dato se conoce (combustibles líquidos), o una probabilidad igual si no se conoce.
- En cada estación seleccionada, para el tipo de combustible que en ella se vaya a investigar, seleccionar un surtidor para realizar el conteo de vehículos y aplicar la encuesta a demandantes de combustibles;
- En cada estación seleccionar un segundo surtidor, el más cercano del mismo combustible que el anterior, salvo en el caso de gasolina corriente que se seleccionaría el más cercano de gasolina extra.
- Seleccionar un día cualquiera de la semana para la aplicación del trabajo de campo en la estación, garantizando que todos los días de la semana se cubran para cada combustible y región. Hacer un día el trabajo de campo por estación, cubriendo la jornada de trabajo completa de la estación, permitirá encuestar un gran número de estaciones, lo cual aumentará la precisión de las conclusiones derivadas de la información directamente suministrada por las estaciones,
- A todos los compradores de combustible en los surtidores seleccionados se les aplicará la encuesta diseñada para el cálculo de los indicadores de caracterización del transporte carretero y a cada estación seleccionada un formulario para acopiar la información que pueda ser de interés para la caracterización.

El proceso de selección tiene entonces los siguientes pasos:

- Se partiría del inventario de estaciones de servicio al nivel regional que se requiera.
- En cada región se hará una selección aleatoria de estaciones en función del tamaño de las mismas, para ello: (i) se ordenarán según el volumen de combustible que demandan; (ii) se calculará un salto igual al número de estaciones que distribuyen el combustible sobre el número de ellas a seleccionar; (iii) se elegirá una semilla como un número aleatorio entre 1 y el salto; y (iv) se seleccionarán todas las estaciones que correspondan en orden con la semilla o con el resultado de sumar a esta el salto tantas veces como sea necesario para cubrir la totalidad de estaciones.
- Para las regiones como las áreas de frontera y resto país, se recomienda utilizar una conglomeración previa de nivel municipal, los municipios a visitar se seleccionarían en función del volumen de combustible total tranzado en cada uno de ellos.

- En cada estación de servicio seleccionada se escogerán de manera aleatoria un surtidor en que se distribuya el combustible para el que fue seleccionada y el más cercano del mismo combustible, salvo cuando se trate de gasolina corriente caso en el que se seleccionara el más cercano de gasolina extra.
- En cada surtidor se hará un seguimiento de 24 horas, o durante el tiempo que opere la estación de servicio, durante un día previamente definido y en ese seguimiento se contará el número de compradores de combustible, tomando por observación los datos del vehículo y del volumen de la venta. Esto para todas las mangueras de los surtidores.

### 2.3.2.6 Estimaciones a realizar

Las principales estimaciones a realizar con esta encuesta son cuatro:

- El consumo anual de combustibles ( $Q_{año}$ ), obtenido como el producto del volumen medio de cada venta ( $v_{venta}$ ), el número de ventas promedio realizadas por surtidor en una jornada de ocho horas ( $n_{surtidor}$ ), el número promedio de surtidores por estaciones de servicio ( $S_{estación}$ ), el número de estaciones  $E$  y el número de horas de trabajo al año de cada estación ( $h_{estación}$ ) divididas por ocho, por ser esta la duración de cada jornada de trabajo; esto para cada uno de los combustibles objeto de investigación.

$$Q_{año} = v_{venta} n_{surtidor} S_{estación} E \frac{h_{estación}}{8}$$

- El tamaño del parque automotor circulante que compra combustible en estaciones de servicio, que se estima como el número de ventas realizadas ( $N_{año}$ ) y las veces al año que tanquea en promedio un vehículo, esto último corresponde a 365 días sobre el periodo medio de tanqueo ( $P_{tanqueo}$ ).

$$N_{año} = n_{surtidor} S_{estación} E \frac{h_{estación}}{8}$$

$$Parque = \frac{N_{año}}{365 / P_{tanqueo}}$$

- El nivel de utilización ( $U_{año}$ ) de los vehículos, medido en kilómetros recorridos al año o carga transportada o pasajeros movilizados, que se obtiene como el producto del promedio por vehículo ( $u_{año}$ ) derivado de las respuestas obtenidas de los conductores en las estaciones de servicio y el parque automotor circulante.

$$U_{año} = u_{año} Parque$$

- El rendimiento  $R$ , en kilómetros por galón que corresponde a la relación entre el consumo de combustibles ( $Q_{año}$ ) y el recorrido total de los vehículos.

$$R = \frac{Q_{año}}{U_{año}}$$

El interés de la metodología es lograr resultados con una confiabilidad no inferior al 95% y un margen de error no superior al 5% en la estimación de la demanda nacional, a nivel regional el margen de error no debía ser superior a 12.5%. Así, el diseño muestral se debe realizar buscando lo anterior en la estimación de los cinco parámetros que permiten determinar la demanda:

- Volumen medio de cada venta ( $v_{venta}$ ).
- Número promedio de ventas por surtidor ( $n_{surtidor}$ ) y jornada de trabajo.
- Número promedio de surtidores por estación ( $S_{estación}$ ).
- Horas promedio de trabajo al año de cada estación ( $h_{estación}$ ).
- El número de estaciones  $N$  que distribuyen cada tipo de combustible.

### 2.3.2.7 Cálculo del tamaño de muestra

Puede verse en el planteamiento anterior que las estimaciones a realizar con base en la información recolectada a la muestra de usuarios de estaciones de servicio corresponden a cálculos de medias poblacionales (promedios), por lo que la fórmula que se debe aplicar para calcular el tamaño muestral es la del muestreo aleatorio simple de elementos, ajustada para muestreo de conglomerados. Esto último por haberse aplicado un diseño de ese tipo.

El consumo anual ( $Q_{año}$ ) también puede calcularse como el producto entre el número de ventas al año ( $N_{año}$ ) y la venta promedio ( $v_{venta}$ ), reduciendo la estimación del consumo de cinco a dos parámetros.

$$Q_{año} = N_{año} v_{venta}$$

Ahora bien, el número de ventas de combustible en las estaciones de servicio públicas de un país puede calificarse como muy grande para efectos del cálculo del tamaño muestral, esto junto con la propiedad que tiene el tamaño muestral de tener un crecimiento marginal decreciente con respecto al tamaño del universo de estudio llevó a proponer que el tamaño muestral se calculara suponiendo un universo infinito, lo que simplifica el cálculo del tamaño a las características de un solo parámetro – la venta promedio – y la fórmula de cálculo del tamaño muestral a:

$$n = \frac{z^2 CV^2 Deff}{e_{rel}^2}$$

Dónde:

- n Tamaño de la muestra requerida.
- Z Cuantil de la distribución normal para la confiabilidad deseada.
- CV Coeficiente de variación de la variable a medir (desviación estándar / media).
- Deff Efecto de conglomeración de la muestra. Razón entre la varianza con conglomerados y la varianza de un muestreo aleatorio simple de elementos.
- $E_{rel}$  Error relativo de la estimación. Esto es el error absoluto sobre la media del parámetro.

Se simplifica así el cálculo del tamaño muestral a las características de una sola variable.

Así:

- El parámetro z para el cálculo del tamaño de la muestra toma el valor de 1,96; y
- El error relativo, con un 95% de confianza, de 0,05 para las estimaciones a nivel nacional y de 0,125 para las estimaciones regionales.

### 2.3.2.8 Coeficiente de variación (CV) y efecto de conglomeración (Deff):

Con base en estudios anteriores en Colombia los valores de CV y Deff como puntos de referencia fueron;

**Tabla 9. Coeficiente de Variación y Deff para tipo de Combustible**

Parámetro Compra semanal (gl) de:	CV	Deff
Gasolina corriente	2,50	1.22
Gasolina extra	1,74	1.28
ACPM	1,57	1.25

## 2.4 INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN ESTACIONES DE SERVICIO

A continuación se presentan los instrumentos sugeridos que aplican para la recolección de información en estaciones de servicio. Dichos instrumentos corresponden con la encuesta aplicada al administrador de la estación, el conteo y observación de ventas de combustibles, la encuesta a conductores y la encuesta a compradores de combustible a granel.

- ENCUESTA AL ADMINISTRADOR DE LA ESTACIÓN (Ver anexo)
- CONTEO DE VEHÍCULOS Y ENCUESTA A CONDUCTORES (Ver anexo)
- ENCUESTA A COMPRADORES A GRANEL (Ver anexo)
- ENCUESTA A LAS EMPRESAS TRANSPORTADORAS (Ver anexo)

## 2.5 EFICIENCIA, ENERGÍA ÚTIL

De acuerdo con lo expresado en el numeral 1.2 a nivel de cada país después de tener el parque automotor activo, se precisa hacer un estudio (investigación) sobre la eficiencia de los vehículos (todas las categorías y todos los combustibles), partiendo de los valores nominales de rendimiento en términos de km/gal o t-km /gal que definen la fase 1 de eficiencia o eficiencia de producción y luego a partir de medidas in situ y laboratorios como los sugeridos en la metodología de medición in-situ la determinación de rendimientos en operación en urbano e intermunicipal para cada categoría.

## 2.6 APLICACIONES

Se describe de qué forma fue aplicada esta metodología al caso colombiano

### 2.6.1 Caso Colombiano

Se partió entonces del directorio de estaciones de servicio del país, es decir de un universo de 4.098 estaciones de servicio de las cuales 3.784 estaciones distribuyen combustibles líquidos en el país y se localizan en las diez regiones definidas por la UPME (Unidad de Planeación Minero Energética).

Se procedió entonces a estratificar la muestra, para lo cual las estaciones de las áreas metropolitanas de Bogotá, Bucaramanga, Medellín, Barranquilla, Cali y Villavicencio se dividieron en cuatro grupos:

- Las que se encontraban en una vía principal de la ciudad que da el nombre al área metropolitana, Grupo 1.
- Las que se encontraban en otro tipo de vía de esa ciudad, Grupo 2.
- Las que se encontraban en la cabecera municipal de otro municipio del área metropolitana, Grupo 3; y
- Las que se encontraban en áreas rurales o carreteras que comunican las ciudades del área metropolitana entre sí o con otras.

El Universo de estaciones de servicio público que distribuyen combustibles líquidos quedó distribuido de la siguiente manera:

**Tabla 10. Distribución Universo Estaciones de Servicios que distribuyen Combustibles Líquidos**

Región	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
1. AM BOGOTÁ	165	179	50	59
2. AM BUCARAMANGA	13	25	16	22
3. AM MEDELLÍN	22	89	80	18
4. AM BARRANQUILLA	34	55	26	6
5. AM CALI	80	72	58	15
6. EJE CAFETERO	70	-	45	27
7. DISTRITOS TURÍSTICOS	37	17	10	19
8. AM VILLAVICENCIO	10	17	10	14
9. RESTO PAÍS	1634	-	-	-
10. ZONAS DE FRONTERA	790	-	-	-
<b>TOTAL ESTACIONES</b>	<b>2855</b>	<b>454</b>	<b>295</b>	<b>180</b>

Fuente: cálculos Econometría S.A., no incluye Archipiélago de San Andrés

## 2.6.1.1 Selección de estaciones

En el diseño muestral propuesto se estableció que para lograr las metas de encuestas necesarias para cumplir con los niveles de significancia estadística solicitados por la UPME era necesario aplicar encuestas, en cada región, en 20 estaciones que distribuyeran gasolina corriente, 10 que distribuyeran gasolina extra, 8 que distribuyeran diesel y 12 que distribuyeran GNV.

Así, el número de estaciones en que se realizó el trabajo, por tipo de combustible y región, fueron:

Tabla 11. Selección de Estaciones

Región	Gasolina corriente	Gasolina extra	Diesel	GNV
1. AM BOGOTÁ	24	18	10	13
2. AM BUCARAMANGA	23	21	8	13
3. AM MEDELLÍN	21	30	10	12
4. AM BARRANQUILLA	20	23	8	12
5. AM CALI	22	21	9	16
6. EJE CAFETERO	21	24	9	13
7. DISTRITOS TURÍSTICOS	21	19	9	12
8. AM VILLAVICENCIO	22	20	9	13
9. RESTO PAÍS	22	9	17	2
10. ZONAS DE FRONTERA	11	9	6	5
<b>TOTAL ESTACIONES</b>	<b>207</b>	<b>194</b>	<b>95</b>	<b>111</b>

Fuente: cálculos Econometría S.A., no incluye Archipiélago de San Andrés

Es de notar el número de estaciones que se encuestaron en las zonas de frontera y resto país para el GNV, lo cual obedeció a la poca cobertura de este combustible en esas regiones. Se registraron en total 80.000 ventas y se encuestaron 60.000 conductores.

## 2.6.1.2 Resultados:

- Consumo de combustible:

En la tabla 5 se puede apreciar como la totalidad de combustibles líquidos que comercializan las EDS públicas es de 153.4 KBPD, de los cuales 5.6% se comercializan a granel con fines diferentes al transporte carretero, principalmente para ser utilizados en el sector agropecuario.

Tabla 12. Combustibles distribuidos a través de estaciones de servicio público, balance según uso

Sector	Gasolina corriente (KBPD)	Gasolina extra (KBPD)	Diesel (KBPD)	GNV (MPCD)
<b>Transporte Carretero</b>	<b>67,5</b>	<b>1,7</b>	<b>75,8</b>	<b>77,9</b>
Tanqueo	65,8	1,7	74,8	77,9
Granel	1,6	0,0	1,0	0,0
<b>Otros sectores (granel)</b>	<b>5,7</b>	<b>0,0</b>	<b>2,9</b>	<b>0,0</b>
Generación Eléctrica	0,1	-	0,6	-
Industrial	0,5	-	1,4	-
Agropecuario	2,3	-	0,6	-
Comercio	1,6	-	0,0	-
Otros	1,1	-	0,2	-
<b>TOTAL EDS PÚBLICAS</b>	<b>73,1</b>	<b>1,7</b>	<b>78,7</b>	<b>77,9</b>

Fuente: Cálculos Econometría S.A., no incluye Archipiélago de San Andrés.

- Parque automotor circulante:

La estimación del parque automotor de transporte carretero que circula en el país se realiza a partir del número de ventas de combustible, combinando este valor con el periodo medio de Tanqueo de los vehículos, de la siguiente manera:

$$\text{PARQUE}_{\text{universo}} = \text{NÚMERO}_{\text{ventas}} * \text{PERIODO}_{\text{venta}}$$

Lo anterior se puede interpretar como que el número de vehículos de un grupo cualquiera de interés es igual a la relación que existe entre el número de ventas de combustible que se realizan a esos vehículos diariamente sobre el número de días que transcurren en promedio entre venta y venta. Así, dado que el número de ventas de combustibles diarias en el país es de 2.1 millones y el periodo medio de tanqueo se ha estimado en 2.97 días, el parque automotor circulante en el país sería de 6.1 millones de vehículos.

$$\text{PARQUE}_{\text{universo}} = 2.051 \text{ mil} * 2.93 = 6.003 \text{ mil}$$

En relación al resultado anterior, vale la pena mencionar que este resulta inferior a la cifra de poco menos de siete millones de vehículos que registraba el Ministerio de Transporte como matriculados en el país a diciembre del año 2009<sup>1</sup>, aun cuando se incluye en el cálculo 93 mil vehículos de transporte de carga y pasajeros que no se surten directamente en EDS públicas sino que lo hacen en estaciones privadas por tratarse de vehículos que operan para empresas que realizan compras directas de combustible. Esta diferencia como se verá más adelante puede explicarse por los vehículos que salen de circulación y que posiblemente no han sido dados de baja en las estadísticas del Ministerio.

Ahora bien, la estimación del parque automotor puede realizarse por diferentes niveles de clasificación, tipo de combustible y región del país y por tipo de vehículo.

**Tabla 13. Parque automotor según región**

Región	Miles de ventas	Periodo (días)	Parque (miles)	%
REGIÓN 1 - AM BOGOTÁ	381	3,21	1.220	20%
REGIÓN 2 - AM BUCARAMANGA	53	2,70	143	2%
REGIÓN 3 - AM MEDELLÍN	146	2,61	379	6%
REGIÓN 4 - AM BARRANQUILLA	80	1,99	159	3%
REGIÓN 5 - AM CALI	141	2,76	387	6%
REGIÓN 6 - EJE CAFETERO	70	3,27	230	4%
REGIÓN 7 - DISTRITOS TURÍSTICOS	54	1,54	84	1%
REGIÓN 8 - AM VILLAVICENCIO	43	3,11	133	2%
REGIÓN 9 - ZONAS DE FRONTERA	133	3,32	442	7%
REGIÓN 10 - RESTO PAÍS	951	2,97	2.826	47%
<b>TOTAL PAÍS</b>	<b>2.051</b>	<b>3,06</b>	<b>6.003</b>	<b>100%</b>

Fuente: cálculos Econometría S.A., no incluye Archipiélago de San Andrés.

<sup>1</sup> La cifra de 7 millones se refiere a la totalidad de vehículos registrados por el Ministerio de Transporte, algunas publicaciones refieren únicamente los modelos de los últimos 40 años, en tal caso la cifra se reduce a 5.9 millones.

**Tabla 14. Distribución del parque según categorías (miles de unidades)**

Concepto	Gasolinas	Diesel	GNV	Suma
Automóviles	1.469,5	8,2	146,6	1.624,3
Utilitarios (SUV)	388,9	67,7	45,6	502,2
Motocicletas	2.668,6	0,1	0,2	2.668,9
Camionetas	206,2	129,4	40,2	375,8
Camiones	137,9	307,7	39,0	484,6
Tractocamiones	0,5	49,2	0,2	49,9
Pasajeros capacidad < 21	38,1	132,0	22,0	192,1
Pasajeros entre 21 y 35	1,0	56,4	0,6	58,0
Pasajeros de más de 35	1,4	42,7	2,7	46,9
<b>TOTAL PARQUE</b>	<b>4.912</b>	<b>794</b>	<b>297</b>	<b>6.003</b>

Fuente: cálculos Econometría S.A., no incluye Archipiélago de San Andrés.

- Rendimiento y utilización de los vehículos:

La encuesta a las empresas de transporte también ofrece una muy valiosa información en relación al rendimiento medio de los vehículos de transporte, en especial para los vehículos de carga como de pasajeros. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

**Tabla 15. Rendimiento promedio vehículos afiliados a empresas (km/galón o m<sup>3</sup>)**

Tipo	Gasolina Corriente	Gasolina Extra	Diesel	Gas Natural Vehicular
Automóviles	35	52	40	36
Vans	24	-	32	26
Busetas	29	-	20	12
Bus grande	-	-	12	14
Pick up	35	-	39	40
Camión de 2 ejes	35	-	16	11

Fuente: Cálculos Econometría S.A.

No existe una fuente técnica oficial que permita contrastar la anterior información, sin embargo, se contrastaron diferentes fuentes para tratar de concluir sobre el rendimiento esperado de diferentes tipos de vehículos. El siguiente cuadro muestra los resultados obtenidos y los compara con las cifras anteriores y con las alcanzadas a partir de las encuestas en estaciones de servicio.

**Tabla 16. Rendimiento Promedio de Vehículos en Colombia (km/galón)**

Tipo	Empresas de Transporte	Encuesta a conductores	Usuarios (internet)	Expertos
Automóviles	35	51	32 – 57	37 – 43
Utilitarios (SUV)	-	42	29 – 37	-
Motocicletas	-	65	115 – 150	-
Camioneta (Pick up, Furgoneta)	135	37	32 – 44	25 – 30
Camiones	16	29	33	16 – 18
Tracto camiones	-	19	-	7 – 13
< 21 pasajeros (Vans)	24	44	37 – 41	30 – 35
21 a 35 pasajeros (Buseta)	20	38	12 – 15	13 – 18
> 35 pasajeros (Bus grande)	12	34	9	9 – 13

Fuente: Cálculos Econometría S.A. con base en encuestas a conductores en estaciones de servicio, encuestas a empresas de transporte, blogs en internet y expertos representantes áreas comerciales de empresas miembros del Comité Automotor.

Puede verse en el cuadro anterior que existe una gran variabilidad entre las fuentes en lo que toca con el rendimiento que puede esperarse de un vehículo, esto debe obedecer a los múltiples modelos que se encuentran en Colombia para cada tipo de vehículo<sup>2</sup>, los diferentes estados de los mismos y las diferentes condiciones de operación. Con base en lo anterior se sugiere entonces a la UPME utilizar los siguientes valores de referencia<sup>3</sup>:

- Automóviles 40 km/galón
- Utilitarios (SUV) 34 km/galón
- Motocicletas 124 km/galón
- Camionetas 25 km/galón
- Camiones 16 km/galón
- Tracto camiones 8 km/galón
- Menos de 21 pasajeros 24 km/galón
- 21 a 35 pasajeros 20 km/galón
- Más de 35 pasajeros 12 km/galón

Otro resultado de interés para esta investigación tiene que ver con el nivel de utilización de los vehículos por tipo medido este en kilómetros recorridos por semana y número pasajeros o de carga en la misma unidad de tiempo.

2 A manera de referencia baste decir que en el país se comercializan más de mil líneas diferentes de vehículos de más de cincuenta marcas diferentes.

3 Las referencias propuestas para vehículos normalmente de uso familiar (automóviles, utilitarios y motocicletas) se han calculado con base en las diferentes fuentes y en la participación de diferentes segmentos en las diferentes categorías de vehículos; para los vehículos de uso comercial se basan principalmente en la información de las empresas de transporte y de los expertos consultados.

Tabla 17. Utilización de Vehículos Afiliados a Empresas

Tipo	Kilómetros / año	Pasajeros / semana	Toneladas / semana
Automóviles	64.100	200	-
Vans	66.900	220	-
Busetas	70.500	780	-
Bus grande	95.700	650	-
Pick up	37.000	-	90
Camión de 2 ejes	61.400	-	353

Fuente: Cálculos Econometría S.A.

### 2.6.1.3 Modos diferentes al terrestre

- Modo fluvial:

Este modo que solo tendrá interés en países con grandes ríos se trata de forma similar al terrestre. Se deberá realizar la encuesta de consumo de combustibles en las estaciones de puerto y tomar los registros de matrícula de embarcaciones en las capitanías de puerto o en los organismos gubernamentales pertinentes, censo que deberá proporcionar como mínimo el número de embarcaciones por tipo de combustible, por tipo de servicio, pasajeros o carga y por su capacidad.

Lo ideal es capturar la información siguiente para el mayor número de embarcaciones:

- Número de rutas que cubren puerto de origen y destino
- Capacidad
- Número de viajes al año en cada ruta
- Consumo de combustibles por viaje
- Carga y pasajeros transportados.
- Modos Ferroviario y Aéreo:

Estos modos se tratan de manera similar, en este caso no se realizan encuestas, ya que tanto la información de consumos, como de pasajeros y carga transportada y distancias recorridas se conoce. El número de unidades que se desplazan (trenes, aviones etc), su capacidad (en pasajeros, toneladas) y su ocupación (cantidad transportada en cada ruta) se conocen.

En cuanto a los combustibles usados en la aviación, la gasolina de aviación y el jet fuel (JP1 a JP8) son específicos, de tal modo que conociendo las ventas de ambos productos, se saben los consumos totales del modo aéreo. El Jet fuel se emplea en su totalidad en la aviación comercial, aunque una pequeña parte está destinada a las fuerzas armadas

La gasolina de aviación se divide en:

- Aviación Comercial, pudiendo ser cabotaje e internacional,
- Fumigación
- Aviación privada (Avionetas de servicio particular, taxis aéreos)
- Fuerzas armadas

El consumo de la aviación comercial es conocido por medio de los registros de las compañías, el resto se distribuye entre las demás.

La fumigación pertenece al sector agrícola y se puede conseguir la información a partir de encuestas o entrevistas a las empresas, algo semejante se puede hacer con las empresas pequeñas taxis aéreos.

- Modo Marítimo

Lo primero que se debe realizar es un buen diagnóstico del estado de la información en cada país. Hay que diferenciar entre cabotaje y transporte internacional, el cabotaje se mide en toneladas-kilómetro y el internacional en toneladas. De acuerdo con el resultado del diagnóstico se harán o no encuestas. Luego hay que determinar la existencia de "flotas cautivas" dedicadas al transporte de

combustible, hierro cemento etc., las cuales están registradas y tienen toda la información y las flotas generales en donde haría que hacer encuestas.

Un caso especial lo constituyen las flotas pesqueras, algunas pueden ser verdaderas industrias flotantes que procesan y transportan. En general el modo marítimo tiene buena información sobre flota, capacidad, recorridos, ocupación y consumo de combustible.

#### 2.6.1.4 Eficiencias

Las eficiencias nominales de las tecnologías empleadas se conocen o existen bastantes referencias en la WEB. Sin embargo al igual que en el transporte terrestre de deben hacer mediciones y laboratorios para evaluar las eficiencias de operación de los equipos.

Existen dos formas o con mediciones in-situ o por medio de usuarios voluntarios que reportan la información sobre combustible tanqueado y recorridos realizados, junto con carga y pasajeros transportados.

En el caso de transporte terrestre se pueden utilizar los medios modernos de comunicación, celulares, whatsapp, waze, etc. para desarrollar un aplicativo en donde los usuarios se inscriben con todos los datos de su vehículo (particular, pasajeros, carga etc), placa, edad, motor, combustible etc. y por medio de un incentivo económico, de combustible u otro que suministre por lo menos 5 veces el combustible tanqueado, la lectura del odómetro y alguna otra información sobre el tipo de recorrido, urbano, rural, intermunicipal etc. Para de esta forma capturar las eficiencias en operación circulante.

## 2.7 ANEXO FORMATOS DE ENCUESTA

### ENCUESTA NACIONAL A SECTORES DE CONSUMO FINAL DE ENERGÍA

#### CONTEO DE USUARIOS COMPRADORES EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

##### A. CONTROL OPERATIVO

A1. Nombre de la empresa distribuidora

A2. Dirección

A3. Provincia

A4. Municipio

A5. Nombre del encargado

A6. Teléfono

A7. Día de la visita  L  M  Mc  J  V  S  D

A8. Fecha de la visita  Día    Mes     2 0 1 6

A9. Horario de inicio de actividades H H   M M

A10. Horario de finalización de actividades H H   M M

##### B. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN

B1. Tipos de comercializados	Gasolina Regular	<input type="text"/>	Gasolina Premium (Plus)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Diesel Regular	<input type="text"/>	Diesel Premium (Óptimo)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	GLP	<input type="text"/>	Gas Natural	<input type="text"/>	<input type="text"/>

B2. Número de Islas   B3. Número de Surtidores   B4. Número de Mangueras Total

B5. Tipo de mangueras

¿Cuántas opciones de Gasolina regular?

¿Cuántas opciones de gasolina Premium?

¿Cuántas opciones de Diesel regular?

¿Cuántas opciones de Diesel premium?

B6. Capacidad del tanque de almacenamiento:

Capacidad Gasolina regular  Galones Capacidad Gasolina Premium  Galones

Capacidad Diesel regular  Galones Capacidad Diesel Premium  Galones

Capacidad GLP  Galones Capacidad Gas Natural  Galones

B7. Solicite conocer las lecturas de los odómetros a la salida del tanque principal durante el día de la jornada de encuesta

Registro comienzo del día

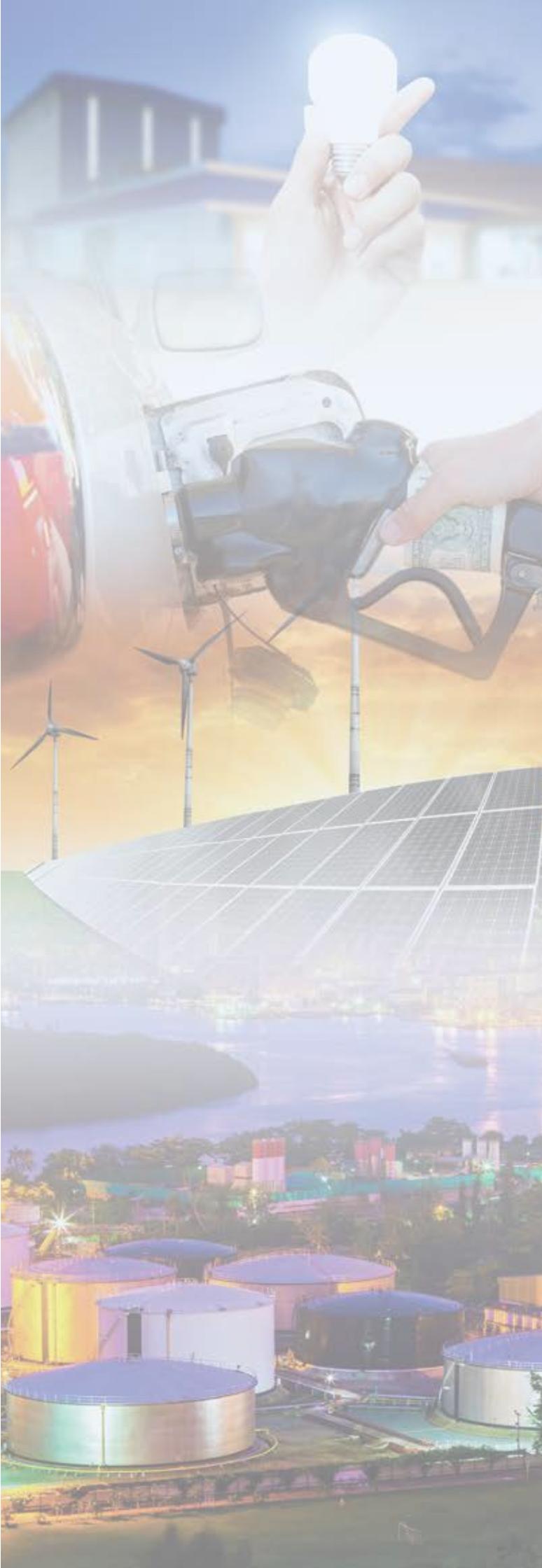
Registro final del día

C. REGISTRO DE VENTA DE COMBUSTIBLE EN EL SURTIDOR ESCOGIDO - VEHÍCULOS										
C1. Clase de uso vehículo	C2. Tipo de Vehículo	C3. Tipo de combustible	PREGUNTAS AL CONDUCTOR					C7. ¿Cuánto compró?	Hora de la compra	Cuantos Kms/gal recorre su vehículo ?
			C4. ¿Cada cuánto compra	C5. ¿Compra otro combustible?	C6. ¿De qué año es su auto?	Galón (m <sup>3</sup> )	\$			
A. Público	A. Automóviles	A. Gasolina Regular	A. Diario	A. Gasolina Regular						
B. Privado	B. Autobuses	B. Gasolina Premium	B. Semanal	B. Gasolina Premium						
C. Oficial	C. Camioneta	C. Diesel Regular	C. Mensual	C. Diesel Regular						
D. Empresari	D. Motocicletas	D. Diesel Premium	D. Cada __ días	D. Diesel Premium						
E. Taxi	E. Carga	E. GLP		E. GLP						
		F. Gas Natural		F. Gas Natural						
		G. Biocombustible		G. Biocombustible						
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

C. REGISTRO DE VENTA DE COMBUSTIBLE EN EL SURTIDOR ESCOGIDO - GRANEL									
C3. Tipo de combustible	PREGUNTAS AL COMPRADOR				C7. ¿Cuánto compró?				
	C4. ¿Cada cuánto compra?	C3. Uso principal del combustible		Galón			\$		
A. Gasolina Regular	A. Diario	A. Residencial	F. Transporte						
B. Gasolina Premium	B. Semanal	B. Industrial	G. No energético						
C. Diesel Regular	C. Mensual	C. Agropecuario	H. Otro especifique						
D. Diesel Premium	D. Cada __ días	D. Comercial							
E. GLP		E. Reventa							
F. Biocombustible		E. Reventa							
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									





# CAPÍTULO III

---

## Sector Industrial

### 3. SECTOR INDUSTRIAL

#### 3.1 DESAGREGACIÓN POR SUBSECTORES

La necesidad de desagregar el consumo final en el sector industrial representa una etapa lógica en la evolución de los balances energéticos en términos de energía útil BEEU. La elaboración de modelos para la proyección de la demanda siempre está determinada por la relación entre el consumo energético y alguna variable característica de la producción industrial, el valor agregado o su contribución al PIB. Surge así el concepto de elasticidad consumo-valor agregado o contenido energético por unidad económica generada por la actividad de producción. En consecuencia, el problema de desagregar el consumo está ligado a las cuentas nacionales y como estas se basan en la clasificación CIIU, dicha clasificación será usada también como base metodológica para la discriminación de consumos.

Sin embargo, la clasificación CIIU a 4 dígitos resulta muy extensa y si bien algunos países ya tienen esta información, la mayor parte de países latinoamericanos no la tiene y resulta costoso y muy grande el tamaño de muestra para lograrla, a cambio de ello y con el ánimo de vincular a la mayoría de países de OLADE se sugiere una clasificación a dos dígitos así:

**Tabla 18. Subsectores y clasificación CIIU Rev 4 del sector industrial**

Rama	Subsector	Actividades CIIU comprendidas
1	Alimentos, bebidas y tabaco	10, 11, 12
2	Textiles, cuero y calzado	13, 14, 15
3	Papel e imprenta	17, 18
4	Madera y muebles	16, 31
5	Química, caucho y plástico (excepto refinerías de petróleo)	20, 21, 22
6	Cemento	23
7	Piedras, vidrio,cerámicas, otros no metálicos	23
8	Hierro, acero y metales no ferrosos (excepto las coquerías que van en la oferta, incluido el alto horno)	24, 25, 26
9	Maquinaria y equipos	27, 28, 29, 30
10	Otras industrias	32

Fuente: construcción propia

#### 3.2 DESAGREGACIÓN POR USOS

Los usos finales de energía en la industria, son muy variados, hasta el punto que podría decirse que cada tecnología de fabricación se caracteriza por determinados procesos que llevan asociado un determinado patrón de uso de energía. Sin embargo, con fines de presentar los usos mínimos para elaborar el BEEU, se proponen los siguientes:

- Vapor o calor de proceso.
- calor directo.
- fuerza mecánica.
- Otros usos (refrigeración, iluminación, materia prima, electrólisis, otros).

En términos de estos usos o servicios, se expresa la demanda de energía útil por parte de los usuarios industriales. En efecto, la industria requiere electricidad o combustibles como un medio para mover sus motores o calentar sus hornos. En esa medida habrá entonces una demanda de vapor o calor de proceso, de calor directo, de fuerza mecánica, de materia prima o de iluminación.

Esta demanda depende de dos factores:

- La tecnología de fabricación
- La alta o baja eficiencia con que esa tecnología se aprovecha en la práctica

Por ejemplo, el vapor que se emplea en los procesos de esterilización en la industria alimenticia, se podrá utilizar con mayor o menor eficiencia dependiendo del aislamiento de las tuberías y de los niveles de pérdida de la red de distribución.

El vapor es entonces un intermediario requerido por esa tecnología de esterilización y se puede o sustituir el combustible utilizado para su producción o emplearse de una manera más eficiente, pero su demanda es inherente a la tecnología misma.

El mismo razonamiento se puede seguir con la demanda de energía en otros procesos como, destilación, calcinación, fusión, molienda, laminado etc., donde los usos energéticos son: vapor, calor directo, fuerza mecánica.

### 3.3 ENERGÍA FINAL, ENERGÍA ÚTIL Y EFICIENCIA

La mejor manera de visualizar el problema de la eficiencia en la industria, consiste en observar el proceso de consumo energético en dos etapas:

- La producción de vapor, calor, fuerza mecánica, etc., a partir de energéticos
- El uso de vapor, calor, fuerza mecánica, etc., en los procesos de fabricación.

Existe entonces, una EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN y luego una EFICIENCIA DE USO. El producto de ambas dará una eficiencia global o simplemente una eficiencia. Si se multiplica la energía por energético o demanda de energía final por esa eficiencia global, se obtiene la demanda de energía útil y la diferencia entre ambas serán las pérdidas.

Si sólo se conoce la primera de las eficiencias, o sea la de producción, al multiplicar por ella la demanda final, se obtiene la demanda útil a nivel de producción o demanda intermedia. Se puede decir que la energía final es la que se mide a la entrada del proceso y la energía útil a la salida del mismo. Ambas se pueden desagregar por subsectores, por productos y por usos.

El problema de la determinación de las eficiencias es que por lo general solo se conoce o se puede aproximar la primera, la eficiencia de producción, y esta se trabaja con eficiencias adoptadas provenientes de catálogos de fabricantes, lo cual ha venido estableciendo ciertos valores standard que se aplican con mayor o menor rigor en países diferentes. Se cree que esta aproximación es suficiente cuando la proyección de la demanda está enfocada a enfatizar los mecanismos de SUSTITUCIÓN de las diversas fuentes que compiten en un mercado de precios para producir las mismas cantidades de demanda intermedia.

Bajo tales circunstancias, no interesa tanto el valor absoluto de las eficiencias, sino su valor relativo para reflejar el hecho de que una fuente es más o menos eficiente que otra en la satisfacción de necesidades para una tecnología dada.

La segunda, la eficiencia de uso solo es posible conseguirla por medio de mediciones, las cuales, si bien son preferibles a las adoptadas, presentan el gran inconveniente del alto costo de los procedimientos de medición. La única manera de medir eficiencias es mediante AUDITORIAS ENERGÉTICAS que revelen los parámetros termodinámicos de las plantas industriales. Aun así, es preciso generalizar estadísticamente estos valores sobre una buena muestra de industrias. Trabajar con eficiencias medidas se hace necesario cuando se quiere hacer diagnósticos, elaborar portafolios de opciones de mejora y planes de eficiencia energética.

Las dos eficiencias que se han definido (de producción y de uso) se visualizan en los tres usos energéticos básicos:

El vapor que como ya se mencionó, es donde es más clara la diferencia entre la producción y el uso.

- En el caso de la fuerza mecánica que se produce en el eje de los motores y se transmite por bandas, engranajes, a otros sistemas donde se usa por ejemplo para corte de algún material, para agitar un líquido, para triturar o moler algún material. En esos casos el motor en general es muy eficiente por encima de 84% si sus circuitos magnéticos están en buenas condiciones, pero, las aspas del agitador o ventilador podrían estar desgastadas y existirían pérdidas en el uso del motor.
- También para aquellos sistemas de bombeo de algún líquido o para ventilación los variadores de velocidad instalados en los motores pueden acoplar el torque y la velocidad de acuerdo con las variaciones en la carga, mejorando notablemente el uso del mismo, hasta un 35% de mejora en la eficiencia del conjunto.

- En el caso del calor directo sucede algo similar su producción se efectúa en el quemador de un horno, con una eficiencia característica, pero tanto los gases de salida como el agente que recibe el calor, son fuentes de energía que se aprovechan en menor o mayor grado (reciclo de calor), caracterizando una eficiencia de uso. También influyen los aislamientos del horno y las superficies de intercambio de calor.

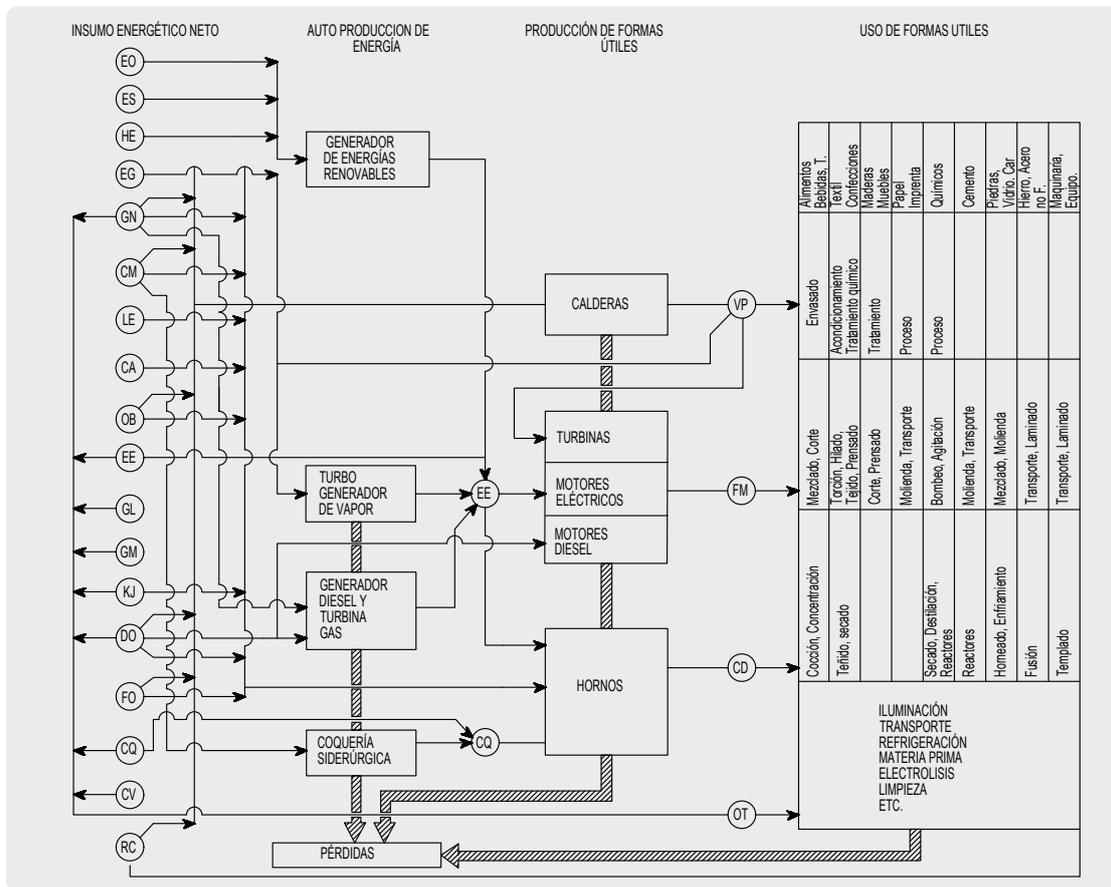
Respecto a los otros usos, como refrigeración, involucra la eficiencia del sistema compresor-gas refrigerante, como eficiencia de producción y luego en los sistemas de distribución del frío, ya sea como agua helada o alguna sustancia intermediaria, por ejemplo, glicol y las pérdidas en los ductos, entre otros, como eficiencia de uso.

En la iluminación la eficiencia de producción está en las luminarias y luego la de uso involucra las superficies de los recintos, las alturas, y el uso adecuado (con o sin ocupación)

### 3.4 BEEU APLICADO A UNA UNIDAD INDUSTRIAL

Se trata aquí de aplicar la técnica de los DIAGRAMAS DE FLUJO, que es la misma que se utiliza para diseñar el balance energético de un país o región, a las plantas de producción industrial siguiendo los lineamientos del principio de conservación de la energía (Figura 14).

Figura 14. Balances energéticos en la Industria



Fuente: Metodología OLADE 1984, actualizado

EO	Energía Eólica	CA	Productos de Caña	FO	Fuel Oil
ES	Energía Solar	OB	Otras Biomásas	CO	Coque de Carbón
HE	Hidroelectricidad	EE	Energía Eléctrica	CV	Carbón Vegetal
EG	Energía Geotérmica	GL	Gas Licuado de Petróleo	RC	Residuos de Calor
GN	Gas Natural	GM	Gasolina Motor	VP	Vapor
CM	Carbón Mineral	KL	Kerosene, Jet fuel	FM	Fuerza Mecánica
LE	Leña	DO	Diesel Oil	CD	Calor Directo
OT	Otros				

En términos generales, una planta industrial cumple la doble función de comprar y producir energía bajo la forma de fuentes primarias y secundarias, las cuales son luego transformadas en las formas útiles tal como fueron definidas anteriormente (vapor, calor directo, fuerza mecánica y otros usos). La ENERGÍA COMPRADA se desagrega por energético de acuerdo con aquellos presentados en la matriz del balance energético.

Se puede desarrollar primeramente el concepto de INSUMO ENERGÉTICO NETO (IEN), que se define como la energía que ingresa a la planta desagregada por fuentes, sin que haya duplicación entre ellas. En muchos casos el IEN será igual a la energía comprada, pero para que el tratamiento resulte completamente general se deberá tener en cuenta que si la planta vende energía, comúnmente electricidad y a veces vapor; estas ventas deberán ser deducidas de las compras. Al calcular el IEN en el caso particular de la electricidad, se puede obtener un input negativo cuando las ventas a otras plantas o a la red de servicio público se efectúan a partir de autoproducción.

Algunas plantas pueden disponer de generadores con energías renovables, hidráulicas, solares, geotérmicas, eólicos o biomasa. Si bien estas energías no se compran, deberían figurar como ingreso para que no se presente desbalance.

Existen plantas que producen sustancias con contenido energético como subproductos del proceso productivo, por ejemplo:

- El licor negro y las vinazas de la industria del papel
- El reformado de la industria química
- El gas de alto horno de la siderurgia
- El gas LD (Linz Donawitz process) de la ferro-metalurgia

Una vez que se ha identificado el IEN se deben conocer sus flujos para cada una de las fuentes (Ver Figura 14).

La energía que ingresa se puede usar en primera instancia para AUTOPRODUCCIÓN DIRECTA de electricidad a través de los sistemas de energías renovables mencionadas o con grupos diesel, turbinas de gas o cualquier otro combustible. Estos combustibles se deben deducir y la electricidad respectiva debe ser añadida a compras.

Del mismo modo el carbón que alimenta las coquerías siderúrgicas será un flujo negativo y el coque producido un flujo positivo.

El segundo empleo que puede darse al insumo es el de una AUTOPRODUCCIÓN INDIRECTA de electricidad a través de vapor. La situación es un poco más complicada, puesto que el vapor proviene de un reciclo de la caldera para alimentar los turbogeneradores de vapor, de manera que habrá que hacer previamente el balance de la caldera que en esta lógica de flujos aparece después para poder expresar ese vapor en términos de los combustibles que lo producen, deduciéndolos del respectivo IEN y computando a la vez la electricidad auto producida como ingreso. Un tercer uso de los combustibles comprados como gasolina, diesel y GLP es el transporte que puede ser interno (montacargas y otros) o externo para camiones repartidores de mercancía en este último caso este consumo no corresponde a la industria sino a transporte y de debe deducir y contabilizar aparte.

El CONSUMO FINAL POR FUENTES se obtiene tomando el IEN y sumando o restando según corresponda los flujos de autoproducción directa e indirecta y el transporte externo.

Este consumo por fuente puede compararse ahora con el CONSUMO FINAL POR USOS.

Si se trata de electricidad, esta puede alimentar:

- Motores, sistemas de refrigeración, aire comprimido, iluminación u otros
- Hornos de resistencia y otros calefactores.

Si se trata de combustibles, estos pueden utilizarse en:

- Motores diesel, GLP, GN u otro
- Hornos
- Calderas y a su vez el vapor se puede reciclar en las
- Turbinas de vapor o bombas centrífugas para ser usado como fuerza mecánica.

El consumo final por fuentes y la suma del consumo final por usos debe estar balanceado y ser consistente, aunque no iguales por variación de inventarios o error estadístico.

El resumen de estas ideas se resume en una única planilla (Tabla 19).

**Tabla 19. Plantilla Resumen**

Fuentes	Insumo Energético	Autoproducción Directa a través de Vapor	Uso en Transporte	Consumo Final por Fuentes	CONSUMO FINAL (Y EFICIENCIA) POR FUENTES Y USOS								
					Vapor Neto	Eficiencia %	Calor Directo	Eficiencia %	Fuerza Mecánica	Eficiencia %	Otros Usos	Eficiencia %	
Petróleo crudo		(-)											
Líquidos de gas Natural		(-)											
Gas natural		(-)											
Carbón mineral		(-)											
Nuclear													
Hidroenergía													
Geotermia													
Eólica													
Solar													
Leña		(-)											
Productos de caña		(-)											
Otra biomasa													
Otras primarias													
Electricidad		(+)											
GLP		(-)											
Gasolina		(-)											
Kerosene y Jet Fuel													
Diesel oil		(-)											
Fuel oil		(-)											
Gas de refinería													
Coque de petróleo													
Otros productos de petróleo y gas													
Coque de carbón mineral		(+)											
Gases industriales													
Otros productos de fuentes minerales													
Carbón vegetal													
Etanol													
Biodiesel													
Biogás													
Otras fuentes secundarias													
No energético													
Total													
Consumo Intermedio (Producción de formas útiles)													
Eficiencia de Uso													
Consumo Útil													
Pérdidas													

Se parte del insumo energético neto, el que, después de restarle o sumarle los flujos relativos a autoproducción y transporte da el consumo final. Este se desagrega por usos y se indica también la eficiencia de producción. En la parte inferior se calcula el consumo de energía útil intermedio como resultado de sumar los consumos útiles ponderados por sus respectivas eficiencias de producción. Luego se colocan las eficiencias de uso (si se conocen o se pueden estimar) y a partir de allí se calcula el consumo útil multiplicando el consumo útil intermedio por estas eficiencias. Finalmente se calcula las pérdidas como diferencia entre consumo final y útil.

### 3.5 EL BEEU APLICADO AL SECTOR INDUSTRIAL

Como se ha visto anteriormente, prácticamente todos los datos que conforman el BEEU de una planta industrial se pueden colocar bajo la forma de una tabla de doble entrada. En este numeral se mostrará cómo se puede presentar el BEEU de todo el sector industrial de un país o una región.

En primer lugar, si se quieren visualizar todos los datos que lo componen, las desagregaciones propuestas imponen una tabla de 4 entradas:

- Una por subsectores.
- Otra por usos.
- Una por fuentes (según el balance OLADE, 21).
- Otra por tipo de consumo: final, útil, eficiencia y pérdidas.

Respetando el formato de presentación del balance de OLADE, es decir, el listado de los energéticos en las columnas se puede presentar el BEEU de la industria en dos planillas de doble entrada: una principal y una auxiliar (Ver Tabla 20 y Tabla 21).

En la planilla principal se registra con el máximo de detalle el consumo final y un resumen de datos para el consumo útil. La planilla auxiliar no es otra cosa que la misma de la parte derecha de la tabla anterior (a partir de la columna de consumo final por fuentes) para cada subsector industrial.

**Tabla 20. Planilla Principal**

Fuentes	Insumo Energético	AUTO PRODUCCIÓN			CONSUMO FINAL (Y EFICIENCIA) POR FUENTES Y USOS								
		Directa + COQ	Directa a través de Vapor	Uso en Transporte	Consumo Final por Fuentes	Vapor Neto	Eficiencia %	Calor Directo	Eficiencia %	Fuerza Mecánica	Eficiencia %	Otros Usos	Eficiencia %
Petróleo crudo													
Líquidos de gas Natural													
Gas natural													
Carbón mineral													
Nuclear													
Hydroenergía													
Geotermia													
Eólica													
Solar													
Leña													
Productos de caña													
Otra biomasa													
Otras primarias													
Electricidad													
GLP													
Gasolina													
Kerosene y Jet Fuel													
Diesel oil													
Fuel oil													
Gas de refinería													
Coque de petróleo													
Otros productos de petróleo y gas													
Coque de carbón mineral													
Gases industriales													
Otros productos de fuentes minerales													
Carbón vegetal													
Etanol													
Biodiesel													
Biogás													
Otras fuentes secundarias													
No energético													
Total													
Consumo Intermedio (Producción de formas útiles)													
Eficiencia de Uso													
Consumo Util													
Pérdidas													

Serán entonces 10 planillas para cada país que formarán parte de sus propios BEEU, pero no necesariamente deberán formar parte de la matriz de los balances con el formato que OLADE propone.

**Tabla 21. Planilla Auxiliar**

Presentación de los Balances Energéticos Desagregados para el Sector Industrial												
Fuentes				Primarias				Secundarias				
<b>Consumo Final</b>												
Subsectores	Vapor											
	Calor Directo											
	Fuerza Mecánica											
	Otros Usos											
Consumo Final Total	Vapor											
	Calor Directo											
	Fuerza Mecánica											
	Otros Usos											
Consumo Útil	Vapor											
	Calor Directo											
	Fuerza Mecánica											
	Otros Usos											
Eficiencia Promedio	Vapor											
	Calor Directo											
	Fuerza Mecánica											
	Otros Usos											

Estas planillas auxiliares representan la etapa final del procesamiento de datos de la encuesta industrial.

Entre la etapa inicial representada por el balance por plantas y la etapa final correspondiente al balance por subsectores de un país, median instrumentos de carácter estadístico que dicen como pasar de una etapa a otra. En la Las fuentes de energía primaria y secundaria son:

Fuentes de energía primaria												
Hidrocarburos Primarios			Fuentes Minerales		Energía Directa				Biomasa			Otras Fuentes Primarias
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Petróleo crudo	Líquidos de gas Natural	Gas natural	Carbón mineral	Nuclear	Hydroenergía	Geotermia	Eólica	Solar	Leña	Productos de caña	Otra biomasa	

Fuentes de energía secundaria																	
Productos de petróleo y gas natural								Productos de fuentes minerales				Productos de biomasa					
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Electricidad	GLP	Gasolina	Kerosene y Jet Fuel	Diesel oil	Fuel oil	Gas de refinería	Coque de petróleo	Otros productos de petróleo y gas	Coque de carbón mineral	Cases industriales	Otros productos de fuentes minerales	Carbón vegetal	Etanol	Biodiesel	Biogás	Otras fuentes secundarias	No energético

Figura 15 se esquematizan las relaciones entre los principales componentes de un proyecto para construir BEEU desagregados del sector industrial.

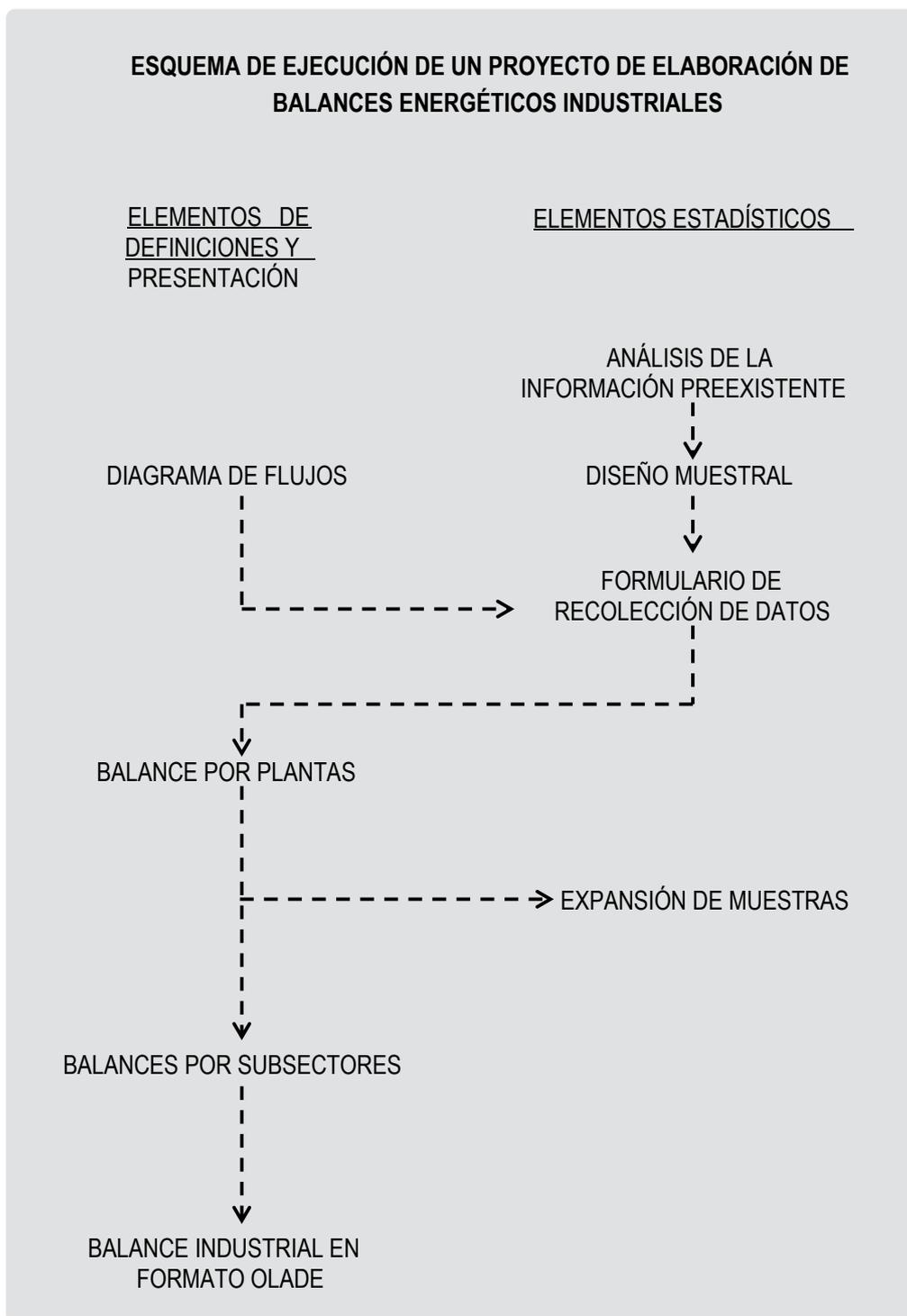
Las fuentes de energía primaria y secundaria son:

Fuentes de energía primaria												
Hidrocarburos Primarios			Fuentes Minerales		Energía Directa				Biomasa			Otras Fuentes Primarias
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Petróleo crudo	Líquidos de gas Natural	Gas natural	Carbón mineral	Nuclear	Hidroenergía	Geotermia	Eólica	Solar	Leña	Productos de caña	Otra biomasa	

Fuentes de energía secundaria																	
	Productos de petróleo y gas natural							Productos de fuentes minerales				Productos de biomasa					
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Electricidad	GLP	Gasolina	Kerosene y Jet Fuel	Diesel oil	Fuel oil	Gas de refinería	Coque de petróleo	Otros productos de petróleo y gas	Coque de carbón mineral	Gases industriales	Otros productos de fuentes minerales	Carbón vegetal	Etilanol	Biodiésel	Biogás	Otras fuentes secundarias	No energético

Figura 15. Esquema de ejecución de un proyecto de elaboración de balances energéticos industriales



Fuente: Metodología OLADE BEEU 1984

### 3.6 CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para desarrollar la metodología propuesta que culmina con la elaboración de los BEEU, se requiere capturar la información en el sector industrial. En tal sentido se debe recurrir a los métodos de captura de la información descritos en la Figura 15, es decir, utilizar información secundaria, realizar encuestas, elaborar modelos y hacer mediciones.

Experiencias anteriores en varios países muestran que en este caso la mejor manera de obtener la información requerida es por medio de visitas técnicas (con recorrido de la planta) y por parte de ingenieros con experiencia capaces de interactuar con los encargados del mantenimiento y así poder llenar un formato de encuesta (más que encuesta es entrevista personal), la razón de ello es que las empresas manejan inventario de bienes, más que inventario de equipos con características de consumo de energía. Entonces en

los casos en que no se disponga de la información solicitada previamente, el ingeniero visitante debe ser capaz de completar los inventarios durante la visita y solicitar los consumos de combustibles y de otros energéticos.

### 3.6.1 Formato de encuesta

Como la unidad de información es la planta industrial y en esta existen distintas secciones de registro de datos, se prefiere la técnica de construir un formulario por MODULOS, cada uno de los cuales se identifica con alguna sección física de la fábrica en la cual se realizan algunos procesos específicos cuyos datos se trata de recolectar. El contenido del formulario a utilizar en cada país, debe decidirse después de conocer la situación particular del mismo, no obstante, es posible determinar un contenido de referencia tal como el que se muestra en las Tabla 21 a la Tabla 27 en las que se han incluido 7 módulos diferentes.

En el Módulo I se indican los datos generales de la empresa, tales como la materia prima utilizada, los productos principales, el número de empleados, turnos y horas trabajadas en el año y se debe anexar un diagrama de flujo de los procesos.

**Tabla 22. Modulo I**

#### MÓDULO I. CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO INDUSTRIAL

En 2015, ¿ Cuáles fueron las principales materias primas utilizadas?  
( No incluye aquellas que son fuentes de energía como Petróleo, Electricidad, etc.)

Nº	MATERIA PRIMA	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA 1/
1			
2			
3			
4			
5			

1/ Especifique unidades y establezca su equivalencia a peso o volúmen. (Toneladas, metros cúbicos, etc.)

Nº	PRODUCTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA 1/	CAPACIDAD INSTALADA	
				Cantidad	Unidad de Medida 2/
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

1/ Especifique unidades y establezca su equivalencia a peso o volúmen. (Toneladas, metros cúbicos, etc.)

2/ Especifique medidas en unidades de producto por tiempo, Barriles por año, TM/día, etc.

Horas trabajadas por día	Días trabajados por mes	Meses trabajados												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	

Procesos de Producción del Producto Principal de la Planta en 2015.  
(Señale los procesos a los que se somete la materia prima como: molienda, secado, cocción, fermentación, lavado y las Fuentes de Energía Utilizadas)

Adjunte el Diagrama de Flujo del proceso de producción

Número de empleados	
---------------------	--

En el módulo II se registran los movimientos de compras de energía y sus precios, ventas y autoproducción, de manera que se permita el cálculo del insumo energético neto IEN.

**Tabla 23. Módulo II**

**MÓDULO II. ENERGÍA TOTAL COMPRADA Y AUTOPRODUCIDA  
COMBUSTIBLES**

En 2015, ¿Cuáles fueron las compras u obtenciones totales de combustibles?

TIPO DE COMBUSTIBLE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD COMPRADA U OBTENIDA	VARIACIÓN DE STOCK 1/	ORIGEN DE LA COMPRA U OBTENCIÓN DEL COMBUSTIBLE			
				Producción en el establecimiento	Compra EDS	Compra a Distribuidor	Compra a otros. A quien?
Gasolinas	( kgal /año)						
Kerosene y Jet	( kgal /año)						
Diesel Oil	( kgal /año)						
Fuel Oil	( kgal /año)						
Gas Licuado de	( kgal /año)						
Carbón vegetal	(Tm/año)						
Leña	(Tm/año)						
Productos de	(Tm/año)						
Otra biomasa 2/	(Tm/año)						
Gas Natural	(m³/año)						

1/ Es la existencia del combustible al 31 de diciembre del 2014, menos la existencia al 31 de diciembre del año anterior.

2/ Madera, Cáscaras, Lejías, etc.

**AUTOGENERACIÓN**

A1. ¿El establecimiento cuenta con Autogeneración	SI. (Pase a la pregunta A2.)	
	No. (Pase a la pregunta A3.)	

A2. Frecuencia de la autogeneración	Horas a la semana promedio
PROGRAMADA	
CONTÍNUA	
EMERGENCIA	

A3. Indique las siguientes características de las plantas de autogeneración

PLANTA	Combustible utilizado							Potencia instalada	Rendimiento promedio kWh por galón	Tiempo de operación	Destino de la Electricidad Autogenerada			
	GLP	Gasolina	Kerosene y Jet Fuel	Diesel	Fuel Oil	Coque	Carbón				Otra biomasa	Consumo del Establecimiento	Ventas al Servicio	VENTA A OTROS
												kWh/año	kWh/año	kWh/año
Planta 1														
Planta 2														
Planta 3														
Planta 4														
Planta 5														

**COGENERACIÓN**

B1. ¿El establecimiento cuenta con Cogeneración?	SI (Pase a la pregunta B2)
	NO (Pase al módulo siguiente)

B2. ¿En qué proceso usa el calor?	B3. ¿Qué porcentaje de la cogeneración está presentando?

Los módulos III al VI tienen por objeto efectuar el balance de cada uno de los equipos de producción de energía útil (producción intermedia), tal como son los descritos en el diagrama de flujos de la Figura 14 (pág. 79). Se consignan no solamente los flujos energéticos, sino también los equipos instalados y las eficiencias. Respecto a estas últimas, cabe señalar además si se trata de un valor standard o de catálogo, o de un valor medido.

**Tabla 24. Módulo III**

MÓDULO III CONSUMO DE COMBUSTIBLES PARA CALOR DE PROCESO Y CALOR DIRECTO

CONSUMO ULTIMO AÑO	PRODUCCION DE CALOR DE PROCESO		CALOR DIRECTO	
	UNIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
GLP				
GAS NATURAL				
GASOLINA				
DIESEL OIL				
KEROSENO y JET FUEL				
LEÑA				
CARBÓN				
OTRA BIOMASA				
SOLAR				
RECUPERACION				

CALIDAD	CANTIDAD	PRESIÓN	TEMPERATURA	CANTIDAD	TEMPERATURA
Alta					
Media					
Baja					
Total en kcal					

EQUIPOS RELACIONADOS CON USO DE CALOR DE PROCESO EN SU EMPRESA												
Equipos de uso de calor	Combustible utilizado								Cantidad activa	EFICIENCIA %	Potencia	Horas de uso promedio a la semana
	GLP	Gasolina	Kerosene y Jet Fuel	Diesel	Fuel Oil	Coque	Carbón	Otra biomasa			BHP	
Caldera a GLP												
Otro												
Otro												
Otro												
Otro												

D2. EQUIPOS RELACIONADOS CON USO DE CALOR DIRECTO EN SU EMPRESA

Equipos de uso de calor	Combustible utilizado								Cantida d activa	EFICIENCIA %	Potencia	Horas de uso promedio a la semana
	GLP	Gasolina	Kerosene y Jet Fuel	Diesel	Fuel Oil	Coque	Carbón	Otra biomasa			BHP	
Calor directo												
Hornos de fundición												
Hornos de secado												
Hornos de cocción												
Hornos de calcinación												
Hornos de precalentamiento												
Sistemas de calentamiento directo												
Cañon de extrusión												
Cañon de inyección												
Cilindros para caucho												
Moldeado en caucho												
Sistemas de empaque y sellado												
Calentamiento de agua												
Otro												
Otro												
Otro												

Tabla 25. Módulo IV

## MÓDULO IV: CARACTERÍSTICAS Y CONSUMOS DE EQUIPOS ESPECIALES DE ELECTRICIDAD PARA GENERAR CALOR O ENERGÍA ELECTROQUÍMICA

Especifique las características y consumo de energía de Equipos Eléctricos Especiales de la Planta (Por ejemplo Hornos, Celdas Electrolíticas).

EQUIPO	Cantidad	POTENCIA INSTALADA		FACTOR DE USO	EFICIENCIA	TIEMPO DE OPERACIÓN MEDIO		CONSUMO DE ENERGÍA
		(kW)	(HP)			(h/día)	(días/año)	
				%	%			(kWh/año)
Hornos Eléctricos de Arco								
Hornos Eléctricos de Inducción								
Hornos de Esterilización								
Celdas Electrolíticas								
Caldera de Planta								
Horno								
Horno de Arco								
Horno de Inducción								
Hornos para esterilización								
Horno para Cemento								
Secadero								
Evaporadores								
Destiladores								
Otro para producción de calor								
Otro para producción de calor								
Para producir frío en los procesos								
Para producir frío en los procesos								
Compresores								
Trituradores								
Molinos								
Bombas								
Células electrolíticas								
Telares								
Muflas								

## TRANSPORTE DENTRO DE LA PLANTA INDUSTRIAL

Especifique el consumo de combustibles de los Vehículos de Transporte para movilidad dentro de la Planta

No	COMBUSTIBLE	UNIDADES 1/	CONSUMO TOTAL EN 2015
1	Gasolinas	(gal/año)	
2	Diesel		
3	GLP		
4	Gas Natural		
5	Otro*		

\* 1/ Si la unidad es otra indicarlo; 2/ Si fuera Baterías preguntar Número por año y Voltaje.

Tabla 26. Modulo V

## MODULO V: EQUIPOS DE FUERZA MOTRIZ ELECTRICOS

## B1. EQUIPOS CON MOTORES EN SU INDUSTRIA

Equipos con motores	Cantidad de motores por banda	Potencia promedio		Horas de uso promedio a la semana
		kW	HP	
Bandas o ductos de transporte 1				
Bandas o ductos de transporte 2				
Bandas o ductos de transporte 3				
Bandas o ductos de transporte 4				
Bandas o ductos de transporte 5				
Bandas o ductos de transporte 6				
Bandas o ductos de transporte 7				
Bandas o ductos de transporte 8				

## B2. EQUIPOS DE FUERZA MOTRIZ

Equipos de fuerza eléctrica	Cantidad activa	Potencia (promedio ponderado)		Horas de uso promedio a la semana	EFICIENCIA %	Potencia (promedio ponderado)	
		kW	HP			kW	HP
Taladros neumáticos							
Molinos de trituración							
Molino de bolas							
Tolvas							
Extrusoras							
Moldeadoras							
Compresores de aire baja presión							
Compresores de aire alta presión							
Compactadoras							
Masajeadores							
Embutidoras							
Trefiladoras							
Corte							
Procesamiento de maderas							
Fresadoras							
Sierras							
Troqueladoras							
Mezcladoras							
Pelletizadoras							
Grúas eléctricas							
Montacargas eléctricos							
Equipos de bombeo							
Equipos de transporte neumático							
Trilladora							
Máquinas selectoras							
Máquinas de impresión industrial							
Agitadores							
Molinos de caña							
Inyectores de plástico							
Máquina de coser industrial							
Otros motores							
Extractores							
Ventiladores							
Otro							
Otro							

Tabla 27. Modulo VI

Modulo VI: EQUIPOS DE FUERZA MOTRIZ CON COMBUSTIBLE Y OTROS										
Equipos de fuerza con combustible			Cantidad	TIPO DE COMBUSTIBLE	CONSUMO DE COMBUSTIBLE (Galones - hora)		EFICIENCIA %			
Grúas										
Montacargas										
Volquetas										
Otros equipos de transporte interno.										
B4. ¿Qué cantidad de motores cuentan con variadores?										
Motores	Cantidad activa motores	Potencia (promedio ponderado)		Horas de uso promedio a la semana	Cantidad backup motores	Potencia (promedio ponderado)		Cantidad variadores	Potencia (promedio ponderado)	
		kW	HP			kW	HP		kW	HP
Tipo 1										
Tipo 2										
Tipo 3										
Tipo 4										
Tipo 5										
Tipo 6										
SECCIÓN C. FRÍO INDUSTRIAL										
C1. EQUIPOS RELACIONADOS CON FRÍO INDUSTRIAL EN SU EMPRESA										
Equipos de refrigeración	Cantidad activa	Potencia (promedio ponderado)		Horas de uso promedio a la semana	EFICIENCIA %	Potencia (promedio ponderado)				
		kW	HP			kW	HP			
Compresores de amoníaco										
Compresores de amoníaco										
Racks de refrigeración										
Racks de refrigeración										
Cuartos fríos industriales de refrigeración										
Cuartos fríos industriales de congelación										
Sistema de distribución de frío										
Sistema de distribución de frío										
Otro										
Otro										

Las unidades energéticas no son especificadas en forma general, sino que se permite utilizar una unidad distinta para cada flujo. Ello tiene por objeto que la información se pase directamente de los registros a los módulos, sin que se efectúen transformaciones no controladas y que siempre son fuentes de error, lo más indicado es hacer las conversiones mediante un programa de computador que utilice factores fijos para todas las unidades empleadas en la industria.

El caso más complicado para medir flujos es el vapor, debido a que la mayoría de las industrias no tienen medidores de caudal (o si los tienen no registran la medición) en los sitios requeridos. El módulo III permite especificar tres calidades diferentes de vapor, que son: alta, media y baja. A propósito, no se especifican a priori los rangos de presión y temperatura para cada calidad; la experiencia demuestra que es mejor que lo haga el informante, ya que las medidas de presión y temperatura son más precisas y abundantes que las del caudal; si se pusieran rangos, se perderían los valores verdaderos que tienen gran importancia para el cálculo calórico mediante tablas de vapor.

En el módulo V la principal dificultad está en los motores eléctricos respecto a las horas anuales de utilización. El dato que debería colocarse en el formulario, es el de las horas ponderadas por la potencia instalada, ya que lo que interesa saber es el tiempo que funciona el kilovatio promedio instalado en toda la planta, tomando en cuenta de esta forma la capacidad instalada que se usa como reserva o la que está fuera de uso o en mantenimiento.

El módulo VI tiene por objeto registrar el consumo de energía eléctrica y examinar en qué procesos se emplean las formas de energía intermedias, a efectos de dar pautas para la determinación de la eficiencia de uso.

Tabla 28. Módulo VII

MODULO VII: CONSUMO DE ELECTRICIDAD PARTICIPACION DE USOS										
Normalmente ¿Cuántas horas DISPONE de servicio eléctrico al día?								Horas		
Determine la Energía Eléctrica y Potencia Facturadas en año anterior		TOTAL DE ENERGIA ELECTRICA FACTURADA						kWh/o \$		
		POTENCIA MÁXIMA (Si aplica)						kW		
		PROMEDIO DE POTENCIA MAXIMA						kW		
Empresa Distribuidora, Generador, Parque Industrial u Otro Proveedor				OTRO						
Indique el tipo de cliente				Indique el tipo de tarifa						
No Regulado				BTS-1 = Baja Tensión Simple 1						
Regulado				BTD = Baja Tensión con Demanda						
				BTH = Baja Tensión con Demanda Horaria						
				MTD-1 = Media Tensión con Demanda 1						
				MTH = Media Tensión con Demanda Horaria						
DISTRIBUCION DE LOS TRES USOS BASICOS POR PROCESO (Indicar nombres de procesos, porcentajes de participación y eficiencias si se conocen)										
NOMBRE DEL PROCESO	%	$\eta$ %	%	$\eta$ %	%	$\eta$ %	%	$\eta$ %	%	$\eta$ %
Participación y eficiencia										
Vapor o calor de proceso										
Fuerza motriz con electricidad										
Fuerza motriz con combustible										
Calor directo con Electricidad										
Calor directo con combustible										

### 3.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA

Antes de aplicar un formulario de recolección de datos como el descrito en el punto anterior, se debe efectuar un DISEÑO MUESTRAL y antes del diseño muestral, se debe proceder a un DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN. No es posible establecer un único criterio acerca de cómo se realiza un diagnóstico de información de un país, debido a que las circunstancias especiales de cada uno convierten el problema de construir una base de datos energéticos para el sector industrial en casos particulares. Sin embargo, se pueden hacer las siguientes consideraciones generales:

Corresponde en primer lugar, hacer un diagnóstico acerca del UNIVERSO DE REFERENCIA sobre el que se ha de tomar y expandir la muestra. Este universo se caracteriza por dos magnitudes principales:

- Los consumos energéticos industriales y su desagregación por subsectores.
- El número de empresas industriales por subsectores.

Se deberán examinar instrumentos de recolección existentes, tales como los censos y las encuestas industriales que se hayan efectuado en los últimos años. En base a ellos se pueden clasificar los países de acuerdo a tres (3) casos:

- Se conocen los consumos de electricidad y combustibles y el número de establecimientos industriales para una división CIIU a dos dígitos.
- Se conocen los consumos de electricidad y el número de establecimientos industriales, pero no el consumo de combustibles para una clasificación CIIU a dos dígitos.
- No se conocen los consumos por subsectores, pero sí el número de establecimientos.

El último caso es el más frecuente en los países de la Región latinoamericana; en la mayoría de ellos se llevan a cabo encuestas industriales periódicas de tipo económico según las cuales se identifican las plantas industriales para las cuentas nacionales y se recoge información relativa a producción, valor agregado, número de empleados, etc. Estas encuestas son la base para la confección de las matrices insumo-producto que están suficientemente generalizadas como para suponer que todos los países del área disponen de este instrumento.

No se descarta que todavía existan países que no disponen de esta información básica de tipo económico de su sector industrial, la recomendación para ellos es que empiecen por hacer un censo industrial de carácter general y recoger al mismo tiempo los datos sobre consumos de electricidad y combustibles antes de realizar una encuesta energética de carácter específico, con un formulario como el que se discutió en el punto anterior, ya que no se puede diseñar ni expandir una muestra cuando no se conoce ninguna propiedad del universo, del cual esa muestra se pretende extraer.

En algunos países se tiene conocimiento de las ventas de las empresas energéticas a los clientes industriales (energía eléctrica, combustibles, etc.) por subsectores (CIIU a dos dígitos), las ventas no son estrictamente los consumos, pero se parecen mucho a ellos. Además, el caso más común es que esa información no sea completa, sino que solamente algunas empresas distribuidoras las posean o que sólo la tenga para algunos energéticos. Si esta información es parcial, no puede tomarse como un universo, pero en cambio constituye un SUBUNIVERSO o SUBPOBLACIÓN cuyo empleo puede ser de gran utilidad para el diseño y expansión de muestras energéticas.

En cuanto al universo de referencia, interesa investigar la relación entre consumos energéticos y número de establecimientos. La experiencia genérica en la mayoría de los países es que con unos pocos establecimientos se explican porcentajes relativamente altos del consumo industrial. Esto es así porque el equipo pesado (grandes calderas, hornos, motores pesados) están concentrados en unos relativamente pocos MACROCONSUMIDORES. De manera que, si se ordenan las plantas industriales del universo por consumos decrecientes, se obtiene una distribución tal como se muestra a continuación:

- Entre el 10% o 20% de los establecimientos explican el 80% del consumo total.
- El 30% de los establecimientos explican el 95% del consumo total
- El 10% de los establecimientos explican el 60% del consumo de electricidad, el 70% del diesel y el 90% de fuel oil y carbón.

Estas cifras que tienen solamente valor indicativo y varían de país a país, expresan sin embargo el orden de magnitud de una regla ampliamente constatada y que por comodidad de lenguaje se puede denominar LEY DE LAS PROPORCIONES ASIMÉTRICAS.

Esto significa que la función de distribución de las dos propiedades que caracterizan la población es totalmente asimétrica.

Esta propiedad se aprovecha para hacer un diseño muestral que dé a la vez buena representatividad a nivel global y por ramas.

### 3.7.1 Pautas de Diseño Muestral

Si bien no puede establecerse un diseño que sea aplicable a todos los países ya que ello depende del acopio de información previa que pueda levantarse, se pueden establecer criterios generales sobre los cuales se ha de basar ese diseño. Para desarrollar las ideas que siguen se fijan algunas hipótesis muy generales que se cumplen en un gran número de países.

*Hipótesis 1:* El país dispone de una encuesta económica de la industria manufacturera que se realiza periódicamente y que proporciona información a dos dígitos de la CIIU tanto sobre el número de establecimientos existentes como sobre las principales características económicas (empleo, producción, valor agregado, etc.).

*Hipótesis 2:* Se conocen las ventas agregadas de electricidad y combustibles que hacen las empresas del sector por subsectores a dos dígitos.

*Hipótesis 3:* Se cumple la ya enunciada ley de proporcionalidades asimétricas entre el consumo energético y el número de establecimientos industriales.

Bajo las hipótesis mencionadas corresponde aplicar una técnica de MUESTREO ESTRATIFICADO CON O SIN AFIJACIÓN. Lo primero que hay que hacer, es estratificar la población; como los consumos no se conocen antes de efectuar el muestreo, no se puede estratificar la población en base a consumos. Se puede en cambio elegir alguna variable económica que suponga fuertemente correlacionada con el consumo tal como las ya mencionadas de valor agregado, valor de producción, número de empleados, gasto en combustibles y lubricantes, etc. Obsérvese bien que se necesita una variable correlacionada, lo cual no implica que tenga una relación de carácter determinístico sino estadístico con el consumo.

Una vez que se ha elegido la variable adecuada, hay que definir los intervalos de corte para formar los estratos, o sea; cuáles serán los rangos de agrupación de los establecimientos según esa variable. Es muy difícil proporcionar un mecanismo general para efectuar los

cortes y es mejor tratar el problema como un estudio de caso. Por ejemplo, si alguna información muestra que las plantas industriales que tienen más de 200 empleados representan el 70% u 80% del valor agregado del sector, se define ese grupo como ESTRATO SUPERIOR; los otros estratos resultan más o menos arbitrariamente de acuerdo con la participación implícita de la variable, por ejemplo: 200-150 empleados, 150-100, 100-50, menos de 50.

Lo importante es aislar el estrato superior, el cual será de INCLUSIÓN FORZOSA y tendrá un tamaño muestral igual a 1% de la población total sin afijación o se hará una muestra representativa del estrato con algún criterio de afijación.

Para el resto de los estratos se recomienda hacer una subparticipación por subsectores. Se obtendrán así nuevos estratos que contienen un porcentaje elevado del número de establecimientos y si los consumos por productos y subproductos se pueden calcular razonablemente bien por las estadísticas de ventas y distribución de las empresas, basta con tomar la muestra simplemente en el estrato superior y expandir sus resultados para usos, equipamiento y eficiencias contra esos consumos para cada una de las ramas industriales.

Si el conocimiento sobre los consumos por subsectores es nulo por lo que la hipótesis 2 antes mencionada no se cumple, pero se conocen los consumos de todas las fuentes para la totalidad del sector Industrial, y los consumos subsectoriales deben averiguarse precisamente mediante esta encuesta, hay que tomar muestras en cada uno de los nuevos estratos en que se dividió la población. El universo de referencia no será ya los consumos, sino el número de establecimientos que hay en cada grupo y se trabajará entonces con 30 o 40 subpoblaciones, para las cuales se estimarán los consumos medios para cada energético. Dentro de cada estrato, se puede tomar una muestra aleatoria simple o sistemática igual.

Siempre que exista la posibilidad, es preferible inferir los consumos por subsectores por medio de una encuesta más numerosa que la encuesta de usos que es objeto del estudio. Esto se consigue adicionando el módulo II de energía comprada a la encuesta o censo económico del sector industrial, que por hipótesis se supone que existe en el país. Este módulo es muy sencillo y no requiere la visita de encuestadores especializados.

El mismo organismo que realiza la encuesta económica puede relevar y procesar los datos. Esto dará información sobre población y subpoblaciones antes de aplicar la encuesta de usos, cuya factura es mucho más complicada y costosa.

La metodología explicada hasta aquí se aplica conveniente a la industria centralizada. En general, la llamada industria rural (panaderías, ladrilleras, productoras de cal y coque, calderas, fábricas de panela o chancaca, etc.), no forman parte de los sistemas de encuestamiento económico y tampoco de las cuentas nacionales. Este tipo de industrias, que muchas veces consumen energías no comerciales con bajas eficiencias y grandes volúmenes, constituyen una subpoblación especial de la cual generalmente se conoce poco o nada. La encuesta a realizar en ellas se resuelve en general aplicando solamente el módulo V -calor directo- ya que constan de un horno que opera por cargas discontinuas. El valor de la producción se estima a partir del número de cargas que se producen en el año. En el caso de estas industrias los diseños muestrales deben basarse en propiedades poblacionales más lejanas como la producción de ladrillos, pan o cal en unidades artesanales y se debe proceder a indagaciones y encuestas piloto a fin de calibrar el orden de magnitud previo a la toma de muestras propiamente dicha.

La realización de un muestreo estratificado depende, como se ha visto, de la posibilidad de ordenar los establecimientos industriales en la población de acuerdo, con un criterio que esté expresado por alguna variable que esté correlacionada con el consumo. A esta etapa del diseño muestral hay ponerle atención y se puede afirmar que, si se logra una buena estratificación, los tamaños muestrales resultantes oscilarán entre el 1% y el 2% de los individuos del universo para niveles de confiabilidad entre el 90% y el 95% para las variables principales.

De todos modos, un buen diseño muestral es una condición necesaria pero no suficiente de éxito. Se debe además asegurar que los datos recogidos sean correctos y esto se consigue mediante visitas de encuestadores especializados a las plantas industriales. Estos encuestadores deben ser preferentemente ingenieros químicos, mecánicos o de procesos y sólo mediante diálogo con sus colegas de la industria, serán capaces de transformar una masa de datos no siempre bien organizada en los requerimientos de información del formulario de recolección.

### 3.8 APLICACIÓN: CASO PARAGUAY

Para el sector Industria de Paraguay se trabajó con el Censo Económico Nacional 2011, como marco muestral.

En primer lugar, se realizó un agrupamiento de las ramas de actividad según su denominación CIU a dos dígitos en casi todos los casos, salvo en el caso de las industrias alimenticias donde a partir del CIU a cuatro dígitos se separaron los frigoríficos del resto de las actividades. La sub-sectorialización utilizada se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 29. Subsectores definidos en el sector Industria y Divisiones CIU asociadas**

RAMA	SUBSECTOR	ACTIVIDADES CIU COMPRENDIDAS
1	Frigoríficos	1010
2	Resto Alimenticias	Resto de las CIU 10
3	Bebidas y Tabaco	11 y 12
4	Textil y Cuero	13, 14 y 15
5	Papel e Imprenta	17 y 18
6	Madera y Muebles	16 y 31
7	Química, Caucho y Plástico	20, 21 y 22
8	No Metálicos	23
9	Metales	24, 25 y 26
10	Otras Manufactureras	Restantes entre la 10 y 33

Fuente: Elaboración propia.

Posterior a la definición de las ramas se regionalizó en Área Metropolitana (Asunción y departamento Central) y los restantes en la región Resto del País.

Tanto la estratificación por tamaño como los cálculos estadísticos se realizaron a partir de la variable censada Personal Ocupado. Si bien hubiera sido preferible trabajar con la variable Valor Agregado, la misma no se encontraba disponible al momento de realizar el marco muestral.

Luego de definir los establecimientos asociados a cada subsector a considerar se realizó una estratificación por tamaño, que se estableció siguiendo los criterios de la DGEEC, con el agregado de un módulo adicional de tamaño menor, el "Micro" emprendimiento. La estatificación por tamaño correspondió a los siguientes cortes:

- Grandes: más de 50 empleados
- Medianos: más de 10 y menor o igual que 50
- Pequeños: más de 3 y menor o igual que 10
- Micros: menor o igual a 3 empleados

El criterio de estratificación por tamaño fue complementado por un criterio de compra de energía declarado (pregunta incluida en CEN 2011 pero de baja respuesta). Los establecimientos que por personal ocupado quedaron incluidos en el estrato Micro pero que presentaron consumos importantes, fueron promovidos al estrato Pequeños, cuando la compra declarada de electricidad o combustibles superaba los 5.000 kW/h año o los 10.000 kwh, indistintamente.

Por último, se extrajeron los 100 establecimientos industriales mayores para encuestarlos obligadamente. En este caso los mismos representan un 0,5% del total de establecimientos, pero el 20% del personal ocupado.

Una vez quitados los mismos del marco muestral, la estratificación resultó como se muestra en la tabla 13 (Estratificación).

Para el caso del sector Industria, por su importancia relativa en el consumo energético nacional, se estableció un error a nivel subsectorial del 5%, para las ramas más energo-intensivas, y un 10% para las restantes, tal como puede apreciarse en el Tabla 14. Asimismo, el error implícito máximo admisible para los módulos homogéneos se fijó en 40%, con gran parte de los MH en valores inferiores a 25% y cuidando que las ramas más relevantes estén por debajo del 10%.

La definición del marco muestral arrojó un total de 1.057 encuestas para representar el total de los establecimientos, al margen de las 100 encuestas previamente definidas referentes a los mayores emprendimientos.

**Tabla 30. Estratificación**

Rama	Región	Tamaño	Cantidad establecimientos	Personal ocupado	Promedio Personal Ocupado
		Frigoríficos	122	1,036	
		Am.	59	561	
1	Área M.	1-Gde	3	188	63
1	Área M.	2-Med	11	198	18
1	Área M.	3-Peq	19	114	6
1	Área M.	4-Micro	26	61	2
		Resto	63	475	
1	Resto del País	1-Gde	3	251	84
1	Resto del País	2-Med	3	52	17
1	Resto del País	3-Peq	18	87	5
1	Resto del País	4-Micro	39	85	2
		Resto Alimento.	2,672	14,188	
		Am.	1,095	6,106	
2	Área M.	1-Gde	21	1,264	60
2	Área M.	2-Med	110	1,982	18
2	Área M.	3-Peq	272	1,406	5
2	Área M.	4-Micro	692	1,454	2
		Resto	1,577	8,082	
2	Resto del País	1-Gde	19	1,243	65
2	Resto del País	2-Med	128	2,12	17
2	Resto del País	3-Peq	451	2,374	5
2	Resto del País	4-Micro	979	2,345	2
		Bebidas y Tab.	129	1,235	
		Am.	96	718	
3	Área M.	1-Gde	5	375	75
3	Área M.	2-Med	10	195	20
3	Área M.	3-Peq	17	59	3
3	Área M.	4-Micro	64	89	1
		Resto	33	517	
3	Resto del País	1-Gde	5	324	65
3	Resto del País	2-Med	5	127	25
3	Resto del País	3-Peq	7	40	6
3	Resto del País	4-Micro	16	26	2

Rama	Región	Tamaño	Cantidad establecimientos	Personal ocupado	Promedio Personal Ocupado
		Textil y Cuero	5,04	14,72	
		Am.	2,663	9,123	
4	Área M.	1-Gde	23	1,256	55
4	Área M.	2-Med	128	2,209	17
4	Área M.	3-Peq	531	2,119	4
4	Área M.	4-Micro	1,981	3,539	2
		Resto	2,377	5,597	
4	Resto del País	1-Gde	4	182	46
4	Resto del País	2-Med	60	970	16
4	Resto del País	3-Peq	440	1,476	3
4	Resto del País	4-Micro	1,873	2,969	2
		Papel e Impr.	822	4,954	
		Am.	614	4,101	
5	Área M.	1-Gde	17	1,157	68
5	Área M.	2-Med	75	1,27	17
5	Área M.	3-Peq	150	845	6
5	Área M.	4-Micro	372	829	2
		Resto	208	853	
5	Resto del País	1-Gde	0	0	0
5	Resto del País	2-Med	16	252	16
5	Resto del País	3-Peq	59	308	5
5	Resto del País	4-Micro	133	293	2
Rama	Región	Tamaño	Cantidad establecimientos	Personal ocupado	Promedio Personal Ocupado
		Madera y M.	4,923	16,55	
		Am.	2,268	7,954	
6	Área M.	1-Gde	15	851	57
6	Área M.	2-Med	102	1,746	17
6	Área M.	3-Peq	425	1,929	5
6	Área M.	4-Micro	1,726	3,428	2
		Resto	2,655	8,596	
6	Resto del País	1-Gde	16	902	56
6	Resto del País	2-Med	97	1,545	16
6	Resto del País	3-Peq	432	2,065	5
6	Resto del País	4-Micro	2,11	4,084	2
		Q, C y Plast.	641	5,868	
		Am.	412	4,965	
7	Área M.	1-Gde	30	2,075	69
7	Área M.	2-Med	100	2,016	20

Rama	Región	Tamaño	Cantidad establecimientos	Personal ocupado	Promedio Personal Ocupado
7	Área M.	3-Peq	99	510	5
7	Área M.	4-Micro	183	364	2
		Resto	229	903	
7	Resto del País	1-Gde	3	133	44
7	Resto del País	2-Med	15	295	20
7	Resto del País	3-Peq	44	158	4
7	Resto del País	4-Micro	167	317	2
		No metálicos	1,8	8,619	
		Am.	801	3,981	
8	Área M.	1-Gde	8	548	69
8	Área M.	2-Med	56	1,006	18
8	Área M.	3-Peq	216	1,114	5
8	Área M.	4-Micro	521	1,313	3
		Resto	999	4,638	
8	Resto del País	1-Gde	8	310	39
8	Resto del País	2-Med	66	1,08	16
8	Resto del País	3-Peq	312	1,635	5
8	Resto del País	4-Micro	613	1,613	3
		Metálicos	3,221	10,566	
		Am.	1,676	6,373	
9	Área M.	1-Gde	9	475	53
9	Área M.	2-Med	99	1,86	19
9	Área M.	3-Peq	321	1,527	5
9	Área M.	4-Micro	1,247	2,511	2
		Resto	1,545	4,193	
9	Resto del País	1-Gde	0	0	0
9	Resto del País	2-Med	42	624	15
9	Resto del País	3-Peq	280	1,161	4
9	Resto del País	4-Micro	1,223	2,408	2
		Resto Ind.	2,456	8,182	
		Am.	1,316	5,085	
10	Área M.	1-Gde	6	441	74
10	Área M.	2-Med	98	1,731	18
10	Área M.	3-Peq	267	1,161	4
10	Área M.	4-Micro	945	1,752	2
		Resto	1,14	3,097	
10	Resto del País	1-Gde	3	100	33
10	Resto del País	2-Med	39	697	18
10	Resto del País	3-Peq	194	735	4
10	Resto del País	4-Micro	904	1,565	2

### 3.8.1 Consumo de Energía Neta por Fuentes y usos

En el año 2011 (Tabla 31), el sector Industria de Paraguay consumió un total de 1.922 ktep de energía contabilizada en términos de energía neta o final, esto es la cantidad de energía que ha ingresado a la totalidad de los establecimientos industriales y medida antes de su consumo en los distintos artefactos y equipos de uso final.

**Tabla 31. Total Industria - Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos (tep)**

Usos	GL	MN	DO	FO	M	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									5.225	5.225
Vapor	240		555	185		194.184		94.502	523	290.189
Calor Directo	1.696		74	41.404	780	252.513	47.340	12.393	8.249	364.448
Fuerza Motriz		2	499			1.491		401.209	83.874	487.075
Frío de Proceso									10.265	10.265
Transporte Interno	209	28	2.561						245	3.043
Proc. Electroquímicos									24	24
Usos No Productivos	66								6.652	6.718
<b>TOTAL</b>	<b>2.210</b>	<b>30</b>	<b>3.688</b>	<b>41.589</b>	<b>780</b>	<b>448.188</b>	<b>47.340</b>	<b>508.104</b>	<b>115.058</b>	<b>1.166.987</b>

Fuente: Balance Energético nacional del Paraguay.

### 3.8.2 Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos.

Como se muestra en la Tabla 15, en 2011 el total del sector Industria de Paraguay consumió 754,3 kTep de energía útil, ello significa un rendimiento de utilización promedio del sector de 64%.

**Tabla 32. Total Industria - Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos (Tep)**

Usos	GL	MN	DO	FO	M	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									940	940
Vapor	202		452	170		164.514		83.030	458	248.826
Calor Directo	1.169		55	30.639	577	176.787	33.138	9.171	6.394	257.929
Fuerza Motriz		0	499					160.483	72.678	233.660
Frío de Proceso									7.164	7.164
Transporte Interno	38	5	615						196	853
Proc. Electroquímicos									12	12
Usos No Productivos	30								4.911	4.941
<b>TOTAL</b>	<b>1.438</b>	<b>5</b>	<b>1.620</b>	<b>30.809</b>	<b>577</b>	<b>341.301</b>	<b>33.138</b>	<b>252.684</b>	<b>92.752</b>	<b>754.325</b>

### 3.8.3 Rendimientos de Utilización, de producción (Tabla 33)

Es de mencionar que los rendimientos adoptados son valores estándares considerando rendimientos de tablas de fabricantes y de estudios técnicos; y teniendo en cuenta el parque medio de cada tipo de artefacto. O sea, dichos rendimientos no surgen de mediciones ni de estudios específicos de eficiencia energética, no obstante, se considera que los valores adoptados proporcionan una adecuada precisión con fines planeamiento energético integral, incluyendo el análisis de sustituciones entre fuentes y las estimaciones de los potenciales de ahorro por la aplicación de medidas de eficiencia energética.

Otra salvedad es que estos rendimientos no incluyen las pérdidas debido a las diferentes modalidades o formas de operación ni por un mal estado de mantenimiento del equipamiento. Son exclusivamente pérdidas técnicas debido a la conversión de la energía según la fuente energética y la tecnología de los equipos y considerando una forma de operación y mantenimiento normales.

El rendimiento de utilización promedio del consumo de energía de la industria del Paraguay es de 64,6%.

El uso que posee mayor rendimiento es en las calderas para la producción de Vapor, con el 85,7% de promedio. Es de mencionar que en este rendimiento no se incluyen las pérdidas en la distribución del vapor ni en los diversos equipos que utilizan el vapor como calor para los procesos industriales.

Los usos No Productivos tienen un rendimiento o del 73,5%; similar a Calor Directo cuyo rendimiento es del 70,8%.

Fuerza Motriz tiene un rendimiento promedio de 48,0%. Esto se debe a que los motores eléctricos tienen un rendimiento de 86,7%, los Residuos de Biomasa y Diesel del 40%, y las Naftas el 18%; ponderando por la participación en el consumo de cada fuente. En el caso de los Residuos, el rendimiento corresponde a turbinas a vapor consumiendo Bagazo que accionan trapiches en la industria del azúcar.

**Tabla 33. Total Industria–Rendimientos de Utilización (%)**

Usos	GL	MN	DO	FO	CM	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									18,0	18,0
Vapor	84,0		81,5	92,0		84,7		87,9	87,5	85,7
Calor Directo	68,9		74,0	74,0	74,0	70,0	70,0	74,0	77,5	70,8
Fuerza Motriz		18,0	40,0					40,0	86,7	47,9
Frío de Proceso									69,8	69,8
Transporte Interno	18,0	18,0	24,0						80,0	28,0
Proc. Electroquímicos									50,0	50,0
Usos No Productivos	45,0								73,8	73,5
TOTAL	65,0	18,0	43,9	74,1	74,0	76,2	70,0	49,7	80,6	64,6

Fuente: Balance Energético Nacional del Paraguay.

#### 3.8.4 Consumo de Energía por Subsectores

Los consumos de energía dentro del sector Industrial dependerán principalmente de la estructura productiva y las tecnologías empleadas en la producción de los bienes. En el caso de la industria paraguaya, incide también la importancia del consumo de Bagazo dado que, debido a su bajo rendimiento en su uso para Fuerza Motriz, sus consumos de energía neta se incrementan notablemente y hace que el subsector *Resto de Alimenticias* tenga una participación notoria en el consumo neto.

Es así que el principal subsector consumidor de energía es Resto de Alimenticias, que con 571,3 kTep de consumo neto representa el 49,0% del consumo de la Industria. Le sigue el subsector No Metálicos, cuyo principal consumidor es la industria cementera, con el 25,3% del consumo industrial.

**Tabla 34. Consumo de Energía Neta según Subsector (Tep)**

Subsectores	GL	MN	DO	FO	CM	LE	CV	RB	EE	Total
Frigoríficos	12		9	185		27.501		322	5.877	33.907
Resto Alimenticias	999		228			53.501	203	488.325	28.055	571.310
Bebidas y Tabaco	1		189			15.214			6.735	22.139
Textil y Cuero	22	1	4			59.070			10.482	69.578
Papele Imprenta	10	9	253			50.874		3.688	12.846	67.681
Madera y Muebles	735	2	39			25.972		262	3.989	30.999
Química, Caucho y Pl	340	18	695			2		3.113	15.685	19.854
No Metálicos			2.000	41.404		215.693		12.393	24.246	295.735
Metales	2		246		780	292	47.137		2.751	51.208
Otras Manufactureras	89		25			69			4.392	4.575
TOTAL	2.210	30	3.688	41.589	780	448.188	47.340	508.104	115.058	1.166.987

Fuente: Balance Nacional de energía de Paraguay

También se pueden construir para cada uno de los subsectores tablas de consumos de energía neta y útil por energéticos y por usos. Se consideran las eficiencias promedio de los equipos de conversión en el subsector. Por ejemplo, para el subsector frigorífico:

**Tabla 35. Frigoríficos- Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos (Tep)**

Usos	L	MN	DO	FO	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación								186	186
Vapor				185	27.025		322		27.532
Calor Directo	9				476			4	489
Fuerza Motriz								2.129	2.129
Frío de Proceso								3.097	3.097
Transporte Interno	1		9					64	75
Proc. Electroquímicos									
Usos No Productivos	2							397	400
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>		<b>9</b>	<b>185</b>	<b>27.501</b>		<b>322</b>	<b>5.877</b>	<b>33.907</b>

Fuente: Balance Nacional de energía de Paraguay.

**Tabla 36. Frigoríficos- Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos (Tep)**

Usos	GL	MN	DO	FO	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación								34	34
Vapor				170	23.311		264		23.745
Calor Directo	7				354			3	364
Fuerza Motriz								1.821	1.821
Frío de Proceso								2.166	2.166
Transporte Interno	0		2					51	54
Proc. Electroquímicos									
Usos No Productivos	1							286	287
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>		<b>2</b>	<b>170</b>	<b>23.665</b>		<b>264</b>	<b>4.362</b>	<b>28.472</b>

Fuente: Balance Nacional de energía de Paraguay.

**Tabla 37. Frigoríficos -Rendimientos de Utilización (%)**

Usos	GL	MN	DO	FO	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación								18,2	18,2
Vapor				92,0	86,3		82,0		86,2
Calor Directo	75,0				74,4			69,8	74,4
Fuerza Motriz								85,5	85,5
Frío de Proceso								70,0	70,0
Transporte Interno	18,0		24,0					80,0	72,1
Proc. Electroquímicos									
Usos No Productivos	45,0							72,1	71,9
<b>TOTAL</b>	<b>64,5</b>		<b>24,0</b>	<b>92,0</b>	<b>86,1</b>		<b>82,0</b>	<b>74,2</b>	<b>84,0</b>

Fuente: Balance Nacional de energía de Paraguay.



# CAPÍTULO IV

---

## Sector Residencial

## 4. SECTOR RESIDENCIAL

### 4.1 DESAGREGACIÓN POR SUBSECTORES

En la mayoría de países miembros de OLADE existen movimientos migratorios del campo hacia la ciudad, entonces desde el punto de vista de la planeación se justifica la desagregación del sector residencial en Rural y Urbano, además desde el punto de vista del consumo de energía es claro que existe diferenciación en los perfiles de consumo, en el tipo de dispositivos de uso final y de energéticos utilizados.

El subsector urbano utiliza energéticos convencionales controlados en su precio, producción, distribución y comercialización por grandes empresas, en cambio el sector rural utiliza energéticos no controlados como la leña, el carbón vegetal y los desechos animales y vegetales, entonces la migración afecta de manera importante la demanda de energía.

También es claro que en tanto en el sector urbano como en el rural existen grupos diferenciados por el nivel de ingresos que ameritan desagregación debido a que los perfiles de consumo son diferentes. De cualquier manera, se requiere que la definición de los subsectores sea compatible en los diferentes países con aquellos con los cuales se realizan los censos y encuestas de calidad de vida, ya que facilita el manejo de información y reduce el trabajo de campo. En la mayoría de países existen grupos socioeconómicos que siempre se pueden clasificar como estrato bajo, medio y alto.

### 4.2 DESAGREGACIÓN POR USOS

Los subsectores mencionados consumen energía para satisfacer sus necesidades utilizando equipos y energéticos diversos. La desagregación de usos finales y los equipos asociados a ellos son los siguientes:

- **Calefacción**

Energía consumida para la calefacción ambiental en hogares, por medio de radiadores de agua caliente, calentadores eléctricos de radiación acoplados o no a ventiladores calentadores a gas, a carbón, leña u otros.

- **Climatización**

Energía utilizada para accionar aparatos eléctricos para acondicionamiento ambiental de espacios (tipo paquete, split, o minisplit), ventiladores, extractores de aire, etc.

- **Cocción**

Energía destinada a la cocción de alimentos en cocinas, cocinetas, hornos aislados convencionales o de micro-ondas, calentadores de inmersión. Aparatos eléctricos o con diversos combustibles, tales como, GLP, GN, CM, leña y otros.

- **Calentamiento de Agua**

Energía cuyo destino es calentar agua para la higiene personal o del hogar, por medio de duchas eléctricas, calentadores de acumulación o de paso, eléctricos o a combustible.

- **Refrigeración**

Energía consumida para conservación de alimentos en refrigeradores eléctricos o a combustible, congeladores, etc.

- **Fuerza Motriz**

Energía utilizada para accionar motores eléctricos o a combustible en diversos equipos, tales como bombas de agua, licuadoras, enceradoras, aspiradoras y otros electrodomésticos.

- **Iluminación**

Energía consumida en la iluminación interna y externa del hogar, por medio de lámparas eléctricas incandescentes, fluorescentes lineales y compactas, de LEDs y microLEDs, o a vapor (de mercurio o sodio), lámparas a gas o vapor de kerosene, lámparas de mecha a kerosene u otros aceites, lamparillas, faroles a batería, velas, etc.

- **TV, Radioeléctricos y ofimáticos**

Energía utilizada en equipos como televisores, radios, sonido, computadores, comunicaciones y otros.

### 4.3 ENERGÍA FINAL, ENERGÍA ÚTIL Y EFICIENCIA

La energía final es aquella consumida en la residencia para satisfacer determinadas necesidades que pueden ser de iluminación, conservación de alimentos, cocción, calentamiento de agua, etc. En general es posible conocer los consumos totales mensuales de energía en una vivienda, pues las empresas suministradoras de energía tanto eléctricas como de gas natural o GLP, instalan medidores a la entrada de la vivienda en donde se registra el consumo. El problema surge cuando se quiere conocer el consumo de energía para cada uso, necesitaríamos un medidor en cada aparato o definitivamente hacer un modelo que me permita calcular el consumo de un aparato a partir de las características técnicas del mismo y del tiempo de uso (habito de uso del mismo).

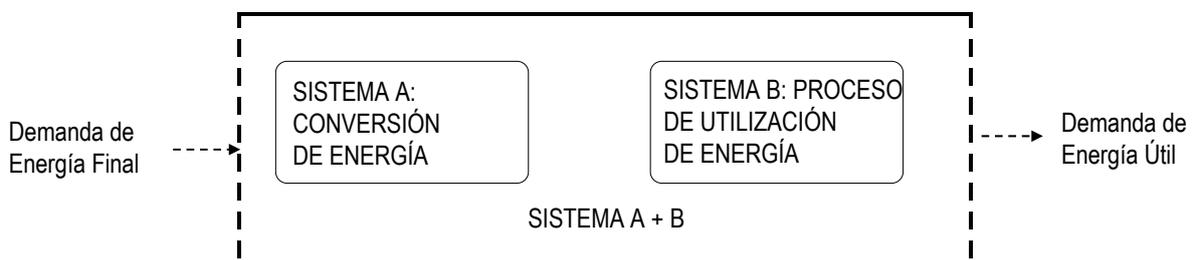
Por ejemplo, en el caso de la electricidad que es el energético más usado en el sector residencial, a partir del conocimiento de la potencia demandada por el equipo, y del tiempo de uso se puede calcular su consumo diario, semanal o mensual. También existen equipos cuya demanda de potencia no es constante, tal como el refrigerador, la lavadora etc. En ese caso se debe estimar la demanda promedio de potencia y el tiempo de uso.

Lo mismo ocurre con otros energéticos, en particular con el GLP o GN que puede estar conectado para alimentar simultáneamente a más de un aparato (estufa, calentador de agua, horno). Aquí también el consumo mensual total de GLP puede obtenerse con facilidad, pero su desagregación por aparatos depende del conocimiento de las variables que determinan el consumo en cada uno de estos, se requieren mediciones en laboratorio para saber por ejemplo cuánto gas consume cada fogón en una hora etc.

Por su parte, la conceptualización de la energía útil involucra dos etapas: la producción de energía útil y la manera como se usa, la primera está relacionada con la medición de la eficiencia de transformación energética en los equipos, y la segunda con la manera como se usan.

En el caso por ejemplo, de los calentadores de agua con acumulación, la energía eléctrica o combustible se utiliza para calentar el agua de un reservorio; al abrirse un grifo, el agua calentada tiene que atravesar los tubos hasta llegar al punto de uso, de manera que se puede pensar en una eficiencia de transformación de la electricidad o del combustible en calor (a veces denominada eficiencia de producción) y en una eficiencia de uso que se debe, en el ejemplo, a pérdidas de calor por el aislamiento de las paredes del reservorio y de los tubos.

**Figura 16. Proceso de Transformación de Energía final en Energía útil**



En los refrigeradores, los aires acondicionados la eficiencia de conversión incluye no solo los motores de compresión sino también el ciclo de refrigeración, gas refrigerante, intercambiadores en el evaporador y en el condensador.

Para incluir las pérdidas en los sistemas de uso se requiere medir el consumo de los aparatos en condiciones reales de operación. Existen equipos en donde esta segunda eficiencia puede llegar a ser muy importante, tal es el caso de la cocción, la refrigeración y el aire acondicionado. En la cocción la eficiencia de combustión puede ser interpretada como la eficiencia de conversión, mientras que la eficiencia de transferencia de calor entre el quemador y el recipiente (incluido el medio ambiente, si existe por ejemplo ventilación) es la eficiencia de uso. En el caso de la refrigeración y el aire acondicionado, la ubicación del aparato cerca de una ventana donde se asolea o cerca de la cocina donde recibe calor afecta esa eficiencia de uso.

Para llegar a la determinación de la energía útil en el sector residencial, es necesario conocer:

- Los principales tipos de aparatos empleados por los consumidores finales de energía.
- Las cantidades de energía final realmente consumidas en estos aparatos.
- Las eficiencias de estos aparatos en condiciones normales de operación.

Las eficiencias de los aparatos deben ser objeto de investigaciones específicas en cada país, en vista de que la experiencia muestra que los valores reales encontrados en la práctica son frecuentemente diferentes a los indicados por los fabricantes. Se deben realizar mediciones en los hogares para encontrar los valores reales, sin embargo, si esto no fuera posible se deben utilizar, preferentemente, las informaciones disponibles en estudios llevados a cabo anteriormente o, al faltar éstos, informaciones de la literatura técnica al nivel de fabricante<sup>4</sup>.

#### 4.4 BEEU APLICADO A UNA UNIDAD RESIDENCIAL

La energía que ingresa a un hogar es comprada o recogida (en algunos casos, como los de la leña y los residuos vegetales) en el sector rural y eventualmente autogenerada con renovables (solar, eólica u otra), formando así el Insumo Energético Neto (IEN), que es la energía que ingresa en la unidad residencial desagregada en varias fuentes y luego siendo transformada en las formas útiles. Para las unidades residenciales que incluyan alguna actividad económica o la prestación de pequeños servicios, tales como restaurante, salón de belleza, tienda o la producción de bienes que demandan energía, este consumo debe ser descontado del IEN y transferido al sector correspondiente, para no crear errores en la determinación del consumo del sector.

El IEN puede ser considerado igual al consumo final por fuentes, ya que en la mayoría de los casos no existen inventarios, y cuando existen son despreciables en relación a la energía consumida anualmente.

El consumo final por fuentes puede ser relacionado con el consumo final por usos. Los equipos eléctricos que explican los distintos usos de la energía de una residencia (refrigeración, acondicionamiento ambiental, iluminación, fuerza motriz, etc.), tendrán sus consumos agregados y relacionados al consumo final de electricidad que aparece en la factura de la residencia; los combustibles, de la misma manera, deben ser considerados de acuerdo con los distintos usos y relacionados con el consumo final de la residencia.

Por ejemplo, el consumo de energía eléctrica de los equipos se determina midiéndolo directamente durante un periodo de tiempo determinado o estimándolo mediante una combinación de medición e información, esta última obtenida de encuestas.

Entre los equipos disponibles en un hogar están aquellos que tienen una de las siguientes características de demanda de potencia durante su operación:

- Demanda constante de potencia
- Demanda variable de potencia

Estas características permiten procedimientos diferentes de medición de la demanda de potencia y estimación del consumo de energía eléctrica, así:

- *Demanda constante de potencia.* Ejemplos de este tipo de equipos son: bombillos, LFC's, lámparas fluorescentes, radios, TV's, computadores, hornos microondas. Se determina la demanda de potencia mediante la medición de la misma o a partir de las lecturas de placa. De encuestas, se determina el número de equipos iguales y el uso diario que se les da expresado en hora/día. A partir de allí se calcula el consumo diario de los equipos. Para extrapolar el consumo diario al consumo mensual (kWh/mes) es necesario, a partir de la información de la encuesta, determinar el régimen diario o semanal de uso. Si, por ejemplo, el régimen de uso diario entre semana es diferente del de los fines de semana, se determina este régimen y se toma en cuenta al calcular el consumo mensual.
- *Demanda variable de potencia.* Ejemplos de este tipo de equipos son, la lavadora de ropa, el refrigerador y el aire acondicionado. En este caso se promedia la potencia empleada por el equipo y se emplea el cálculo sugerido anteriormente o se mide la energía eléctrica consumida por el equipo durante un día y se extrapola al mes. Si el equipo opera en un régimen diferente, por ejemplo, los fines de semana, se mide también el consumo sobre un fin de semana. Estos consumos (régimen semanal y régimen de fin de semana) se emplean para extrapolar estos consumos al consumo mensual.

4 Algunos valores indicativos de resultados de investigaciones en Brasil en <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp> del programa de etiquetado.

La tabla 1 ilustra de manera resumida las observaciones anteriores.

**Tabla 38. Método de estimación del consumo de energía eléctrica**

ORIGEN DE LA INFORMACIÓN					
Demanda de potencia	Estimación	Encuesta	Medición	Encuesta	Régimen
Constante Régimen Uso 1	$E(\text{kWh/mes}) = n(\text{unidad}) \times P(\text{W/unidad}) \times \text{Uso Diario Régimen 1 (hora/día)} \times \text{Días a Régimen 1 (días/mes)}$				
Constante Régimen Uso 2	$E(\text{kWh/mes}) = n(\text{unidad}) \times P(\text{W/unidad}) \times \text{Uso Diario Régimen 1 (hora/día)} \times \text{Días a Régimen 1 (días/mes)}$				
....					
Variable Régimen Uso 1	$E(\text{kWh/mes}) =$	$E(\text{Wh/día}) \times$	$\text{Uso diario Régimen 1 (hora/día)} \times \text{Días a Régimen 1 (días/mes)}$		
Variable Régimen Uso 2	$E(\text{kWh/mes}) =$	$E(\text{Wh/día}) \times$	$\text{Uso diario Régimen 1 (hora/día)} \times \text{Días a Régimen 2 (días/mes)}$		
...					

Los consumos mensuales de energía eléctrica de cada equipo así calculados se agrupan por usos finales y se calculan sus consumos. Finalmente, el consumo total se calcula sumando todos los consumos por todos los usos finales.

En el caso de los combustibles resulta más compleja la medición del consumo por usos, por ejemplo, en el del GN o del GLP se conocen los consumos mensuales y para poder discriminar el % utilizado en agua caliente, calefacción o cocción se requiere la realización de laboratorios específicos con mediciones en los hogares.

En la Tabla 2 se muestra el procedimiento analítico para la realización del balance residencial. Se parte del consumo final por energético, que debe ser coherente con la desagregación del consumo por usos. En la parte inferior de la tabla se calculan los totales de consumo final por uso y los consumos útiles como la suma de los consumos finales ponderados por las respectivas eficiencias de producción.

Tabla 39. Balance Energético Residencial

**SECTOR RESIDENCIAL**  
**BALANCE ENERGÉTICO APLICADO A UNA UNIDAD RESIDENCIA**

FUENTES	CALEFACCIÓN	AIRE ACONDICIONADO/ VENTILACIÓN	COCCIÓN	CALENTAMIENTO DE AGUA	REFRIGERACIÓN	FUERZA MOTRIZ	ILUMINACIÓN	CONSUMO TOTAL X FUENTES Y EFICIENCIA MEDIA
Petróleo crudo								
Líquidos de gas Natural								
Gas natural								
Carbón mineral								
Nuclear								
Hydroenergía								
Geotermia								
Eólica								
Solar								
Leña								
Productos de caña								
Otra biomasa								
Otras primarias								
Electricidad								
GLP								
Gasolina								
Kerosene y Jet Fuel								
Diesel oil								
Fuel oil								
Gas de refinería								
Coque de petróleo								
Otros productos de petróleo y gas								
Coque de carbón mineral								
Gases industriales								
Otros productos de fuentes minerales								
Carbón vegetal								
Etanol								
Biodiesel								
Biogas								
Otras fuentes secundarias								
No energético								
TOTAL								
EFICIENCIA MEDIA X USOS								
CONSUMO ENERGÍA ÚTIL								
PERDIDAS								

Fuente: Metodología OLADE BEEU 1984

Finalmente se calculan las pérdidas como la diferencia entre el consumo final y útil. Este procedimiento toma en cuenta solamente la eficiencia de la primera transformación. Para contabilizar también la eficiencia de uso, se debe medir o estimar el consumo en condiciones reales de operación de los equipos.

#### 4.5 EL BEEU APLICADO AL SECTOR RESIDENCIAL

La presentación del Balance Energético del Sector Residencial se puede efectuar con la ayuda de las tablas 3 y 4 que resumen de manera estadística los resultados de las encuestas y/o mediciones realizadas.

Para que la metodología de cálculo se torne transparente, se debe presentar una tabla auxiliar similar a la anterior con las eficiencias consideradas por uso y por fuente. Esta tabla debe ser el resultado de estudios específicos de eficiencias de conversión de los equipos en el mercado y de los encontrados en las viviendas. Estos resultados permitirán en el futuro hacer seguimiento de los factores de eficiencia y del mejoramiento de las tecnologías. Estas tablas representan el producto final del trabajo de elaboración del BEEU para el Sector Residencial.

Como se ha visto anteriormente, prácticamente todos los datos que conforman el BEEU de una residencia se pueden colocar bajo la forma de una tabla de doble entrada. En este numeral se mostrará cómo se puede presentar el BEEU de todo el sector residencial

de un país o una región. En primer lugar si se quieren visualizar todos los datos que lo componen, las desagregaciones propuestas imponen una tabla de 4 entradas:

- Por subsectores (Rural, Urbano, y estratos)
- Por usos (calefacción, AA, refrigeración, calentamiento de agua, fuerza motriz, iluminación, otros)
- Por fuentes (según el balance OLADE, 21)
- Por tipo de consumo (4): final, útil, eficiencia y pérdidas,

Respetando el formato de presentación del balance de OLADE, es decir, el listado de los energéticos en las columnas se puede presentar el BEEU del sector residencial en dos planillas de doble entrada. Se propone un sistema con una planilla principal y otra auxiliar:

La planilla principal contiene el máximo detalle para el consumo final y un resumen de datos para el consumo útil, tal como se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 40. Planilla Principal**

		AUTO PRODUCCIÓN		CONSUMO FINAL (Y EFICIENCIA) POR FUENTES Y USOS												
Fuentes	Insumo Energético	Combustible	Renovable	Consumo final por fuentes	Calefacción		Aire acondicionado		Cocción		Refrigeración		Fuerza Mecánica		Iluminación	
					Unidad	%	Unidad	%	Unidad	%	Unidad	%	Unidad	%	Unidad	%
Petróleo crudo																
Líquidos de Gas Natural																
Gas natural																
Carbón mineral																
Nuclear																
Hydroenergía																
Geotermia																
Eólica																
Solar																
Leña																
Productos de caña																
Otra biomasa																
Otras primarias																
Electricidad																
GLP																
Gasolina																
Kerosene y Jet Fuel																
Diesel oil																
Fuel oil																
Gas de refinería																
Coque de petróleo																
Otros productos de petróleo y gas																
Coque de carbón mineral																
Gases industriales																
Otros productos de fuentes minerales																
Carbón vegetal																
Etanol																
Biodiesel																
Biogás																
Otras fuentes secundarias																
No energético																
Total																
Consumo Intermedio (Producción de formas útiles)																
Eficiencia de Uso																
Consumo Útil																
Pérdidas																

Fuente: Metodología OLADE BEEU 1984

La planilla auxiliar no es otra cosa que la misma de la parte derecha de la tabla anterior (a partir de la columna de consumo final por fuentes) para cada subsector.

Serán entonces 5 planillas (R, U, Estratos) para cada país que formarán parte de sus propios BEEU, pero no necesariamente deberán formar parte de la matriz de los balances de OLADE, aunque deben adjuntarse para el banco de datos de la misma.

Tabla 41. Planilla Auxiliar

PRESENTACIÓN DE LOS BALANCES ENERGÉTICOS DESAGREGADOS PARA EL SECTOR RESIDENCIAL			
FUENTES		PRIMARIAS	SECUNDARIAS
CONSUMO FINAL			
Subsectores (5)	Calefacción		
	Aire Acondicionado / ventilación		
	Cocción		
	Calentamiento de agua		
	Refrigeración		
	Fuerza motriz		
	Iluminación		
	Otros Usos		
Consumo Final Total	Calefacción		
	Aire Acondicionado / ventilación		
	Cocción		
	Calentamiento de agua		
	Refrigeración		
	Fuerza motriz		
	Iluminación		
	Otros Usos		
Consumo Útil	Calefacción		
	Aire Acondicionado / ventilación		
	Cocción		
	Calentamiento de agua		
	Refrigeración		
	Fuerza motriz		
	Iluminación		
	Otros Usos		
Eficiencia Promedio	Calefacción		
	Aire Acondicionado / ventilación		
	Cocción		
	Calentamiento de agua		
	Refrigeración		
	Fuerza motriz		
	Iluminación		
	Otros Usos		

Fuente: Metodología OLADE BEEU 1984

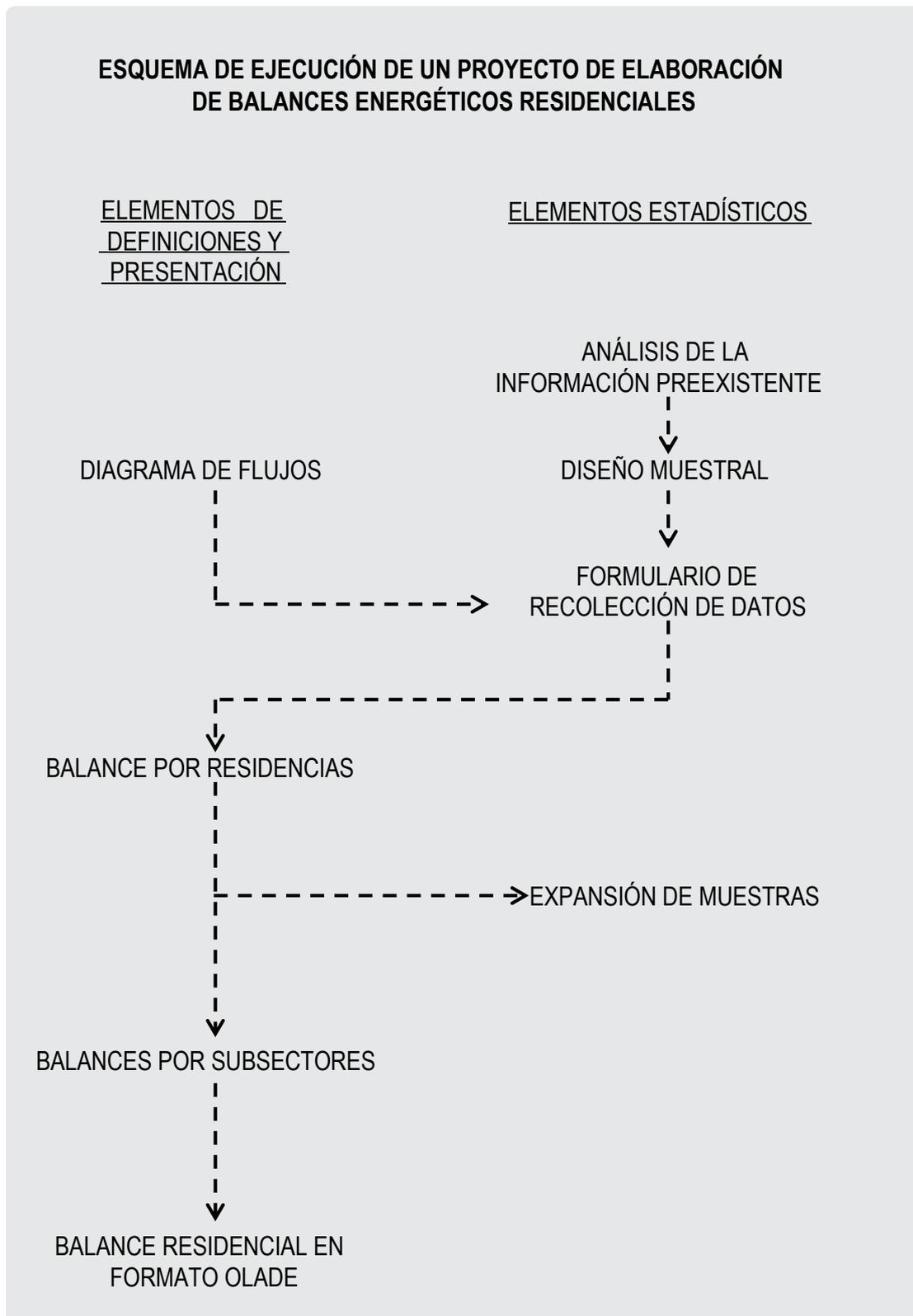
Las fuentes de energía primaria y secundaria son:

Fuentes de energía primaria												
Hidrocarburos Primarios			Fuentes Minerales		Energía Directa				Biomasa			Otras Fuentes Primarias
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Petróleo crudo	Líquidos de gas Natural	Gas natural	Carbón mineral	Nuclear	Hidroenergía	Geotermia	Eólica	Solar	Leña	Productos de caña	Otra biomasa	

Fuentes de energía secundaria																	
	Productos de petróleo y gas natural							Productos de fuentes minerales				Productos de biomasa					
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Electricidad	GLP	Gasolina	Kerosene y Jet Fuel	Diesel oil	Fuel oil	Gas de refinería	Coque de petróleo	Otros productos de petróleo y gas	Coque de carbón mineral	Gases industriales	Otros productos de fuentes minerales	Carbón vegetal	Etanol	Biodiesel	Biogás	Otras fuentes secundarias	No energético

En la Figura a continuación se esquematizan las relaciones entre los principales componentes de un proyecto para construir BEEU desagregados del sector Residencial.



#### 4.6 CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para desarrollar la metodología propuesta que culmina con la elaboración de los BEEU, se requiere capturar la información en el sector residencial. En tal sentido se debe recurrir a los métodos de captura de la información descritos en el documento base, es decir, utilizar información secundaria, realizar encuestas, elaborar modelos y hacer mediciones.

Experiencias anteriores en varios países muestran que en este caso la mejor manera de obtener la información requerida es por medio de encuestas y mediciones.

Acorde con lo descrito en el numeral 4.4 para poder separar los consumos por usos dentro de cada fuente se requieren mediciones y laboratorio además de la información sobre tenencia de aparatos y su régimen de uso.

Tanto las mediciones como la otra información requieren diseño de muestras y realización de encuestas, para lo cual existen dos recomendaciones importantes, la primera es para asegurar la calidad de los resultados, es definitivo que el proyecto cuente con la asesoría de un estadístico, con experiencia en el país en cuestión y además que se observen los métodos y submuestras de otros procesos de relevamiento de información a nivel oficial local. La segunda es la necesidad de hacer un estudio previo del universo a ser encuestado, analizado o medido. Otras particularidades del sector tienen que ver con el hecho de que la unidad de estudio son los hogares, las residencias, sin embargo, se presentan algunas situaciones especiales, tales como condominios de casas o apartamentos con áreas comunes cuyo consumo de energía debe ser repartido entre los usuarios y otra situación es el caso de contadores comunitarios, un solo contador para varias viviendas o algunos otros en los cuales la vivienda se ocupa solo los fines de semana, etc.

El consumo de energía de un hogar está determinado por la tenencia de equipos y por el ritmo y estilo de vida. La variable que más afecta el consumo es el nivel de ingresos de las personas que componen el hogar pues esto determina la compra de equipos y el presupuesto para pagar el servicio.

En países con alta estratificación de ingresos como los de América Latina el consumo de energía especialmente la energía comercial, electricidad y derivados del petróleo puede estar concentrada en pequeños sectores de la población, por ejemplo, el 10% o 20% de la población es responsable del 50% o más del consumo total del sector residencial. En una encuesta por muestra el asegurar la representatividad de pequeños sectores implica un sustantivo aumento del número de observaciones a ser analizadas, sin embargo, el muestreo estratificado es la alternativa de solución para reducir el tamaño de la muestra, este hecho pone de relieve que siempre que sea posible se debe hacer un muestreo estratificado sobre el consumo de energía. El bajo consumo de energía refleja un uso destinado a satisfacer las necesidades básicas de la vivienda, tales como, iluminación, conservación de alimentos y cocción, conforme aumenta el consumo otras necesidades son cubiertas y existe una mayor variación de equipos y gastos, lo cual justificaría un mayor número de encuestas y mediciones.

#### 4.6.1 Estudio previo del Universo

Las fuentes de conocimiento sobre el universo, varían de país a país y de región a región, pero se pueden agrupar en tres categorías distintas:

- Fuentes generales
- Fuentes de información energética
- Fuentes de información de equipos

##### 4.6.1.1 Fuentes generales

La fuente más importante de información la constituye el censo demográfico, que se realiza en casi todos los países cada diez años. El censo, por sintético que sea, ofrece como mínimo un cuadro general de la consistencia y de la distribución de la población en el territorio, incluyendo número de familias, número de hogares, número de componentes por familia, rangos de edad, área de la vivienda o número de habitaciones. Un elemento esencial, presente en la mayoría de los censos, es la distribución de las familias en función del ingreso. Este elemento es de suma utilidad, porque la distribución del consumo de energía presenta una fuerte correlación con el ingreso. Por lo tanto, este dato puede ser utilizado para construir una serie de hipótesis preliminares sobre la distribución del consumo de energía.

Además del censo, pueden existir encuestas específicas que son indispensables para la obtención de un mejor conocimiento del universo. Las encuestas que son realizadas con mayor frecuencia son:

- Encuestas nacionales por muestra, sobre la coyuntura económica y el costo de la vida. Estas por lo general relevan datos sobre el consumo de energía por residencia y el peso del consumo de energía sobre el costo de la vida y el presupuesto familiar. Son importantes no sólo por los datos que contiene, sino también porque ofrecen un modelo de muestra probado en el país.

- Encuestas locales por muestra, que en general son realizadas por las autoridades locales, como prefecturas, entidades regionales y organizaciones de desarrollo y pueden ofrecer datos detallados sobre determinadas regiones.

#### 4.6.1.2 Fuentes de Información Energética

Para las fuentes de energía comercial en general, son publicados los BEEF anuales por los ministerios o secretarías responsables (de acuerdo con el país: Minas y Energía, Energía, Industria y Comercio). Los datos por lo general están disponibles con diferentes niveles de agregación territorial o por fuentes, El cruce de los datos socio-económicos extraídos del censo con los datos de consumo suministrados por territorio, normalmente permite una buena indicación del perfil energético del país, con algunos detalles sobre el consumo residencial por fuente de energía, permitiendo la reconstrucción de elementos como:

Porcentaje de residencias electrificadas, consumo medio de las residencias electrificadas y consumo total de electricidad del sector residencial, difusión y consumo de fuentes energéticas de origen petrolífero para usos residenciales, permitiendo en algunos casos identificar cocción, iluminación, calentamiento de agua y de ambientes, principalmente por fuentes como GLP, kerosene y otros combustibles.

Las empresas distribuidoras de energía eléctrica y de derivados de petróleo, sean éstas públicas o particulares, pueden suministrar los datos del consumo residencial de forma más detallada. Es importante tener acceso a estos datos y a las eventuales encuestas realizadas por las empresas, porque normalmente presentan desagregación bastante superior a la disponible a escala nacional.

El uso de la biomasa a nivel residencial es, por lo general, un dato difícil de levantar. De todas maneras, es importante que sean consultadas fuentes oficiales como el Ministerio de Agricultura o los órganos encargados de la fiscalización forestal.

#### 4.6.1.3 Fuentes de Información sobre Equipos

El consumo residencial de energía depende en gran medida de los equipos utilizados. El conocimiento de la disponibilidad y de la calidad de los equipos utilizados en el país es esencial para permitir una primera imagen del país y para facilitar la elaboración de la ficha respectiva. La búsqueda de la información sobre disponibilidad de aparatos de uso doméstico puede dividirse en dos partes: Número de aparatos y características del consumo.

Desde el punto de vista cuantitativo, es posible recorrer las estadísticas de producción o de importación disponibles de las entidades públicas y organismos comerciales. También, las empresas comercializadoras disponen de encuestas de mercado y perfiles de consumidores. Estas encuestas, pueden permitir la construcción de perfiles de consumidores y relacionar la posesión de equipos electrodomésticos específicos, como refrigeradoras y aparatos de aire acondicionado, con el ingreso familiar. Los datos históricos de venta de equipos, asociados con las estimaciones de vida útil pueden permitir la construcción de hipótesis preliminares sobre tenencia de equipos, a ser confirmadas en la encuesta, y algunas hipótesis sobre consumo de energía de los mismos.

El análisis sobre las características de consumo de los equipos vendidos en el país puede ser confiada a un laboratorio de investigación universitario u otro acreditado o a consultores especializados. En el caso de los equipos importados, es posible solicitar datos de las pruebas de eficiencia que son ejecutadas en la mayoría de los países industrializados. Los equipos más importantes para someter a prueba son los de iluminación, refrigeración, calentamiento de agua y climatización. Es importante notar que las mediciones se realizan en los laboratorios bajo ciertos protocolos y no suministran datos aplicables directamente al campo; en general es necesario introducir factores de corrección para adecuarlos a las condiciones locales como, por ejemplo, temperatura, tensión de la red y poder calorífico del derivado de petróleo utilizado. Además, estos consumos en operación real serán afectados por las prácticas de uso en cada hogar.

En los países en donde está operando la etiqueta energética, se conocen los rangos de consumo por cada categoría y para cada electro o gas doméstico en el mercado, medidos y certificados en laboratorios especializados.

#### 4.6.2 Pautas para el muestreo

Después de recopilar y analizar los datos sobre la situación general y energética del país, se puede iniciar el estudio de los planes de selección y de las técnicas de muestreo.

Dependiendo de la disponibilidad de datos y/o de fondos es posible seguir tres técnicas básicas de encuestas y muestreo:

1. Encuesta sobre todo el universo residencial en base geográfica.
2. Encuesta del universo con mayor cobertura, usando para el muestreo el catastro de las empresas prestatarias del servicio y definiendo si es por combustible primario o secundario
3. Encuesta tipológica, usando una selección intencional, escogiendo clases homogéneas de consumidores y procurando trazar su perfil del consumo de energía.

La muestra sobre todo el universo se muestra como la preferible. En la realidad, se trata de una encuesta compleja que puede exigir un largo plazo para su ejecución y un elevado costo. Su ejecución se justifica en países en los cuales la información estadística es escasa o el índice de electrificación es inferior al 50%.

Cuando existen mayores informaciones y el índice de electrificación sea superior al 50%, es siempre preferible realizar la encuesta dividiendo el universo en dos sub-universos: las residencias electrificadas y las no electrificadas. Esta división corresponde a la posibilidad de usar distintos sistemas de muestreo.

El primer sub-universo, de las residencias electrificadas, normalmente representa el sector más avanzado de la economía, cerca de los grandes centros de producción y de consumo. El catastro de las empresas prestatarias del servicio permite un conocimiento previo que facilita la encuesta y permite la identificación de los consumidores en forma inmediata. Finalmente, este sector representa el grado evolutivo que será alcanzado por el segundo sector cuando se entre en la fase de electrificación.

El segundo sub-universo, de las residencias no conectadas a la red eléctrica, normalmente representa el estrato económicamente menos desarrollado y alejado de los grandes centros. Esta es la característica esencial del estrato, así que es importante que sea verificada su homogeneidad. De hecho, en algunas regiones pueden existir residencias relativamente pudientes no vinculadas a la red eléctrica. Para proceder con la identificación, es posible realizar una prueba preliminar estudiando la importancia de equipos específicos como refrigeradores a absorción operados a GLP o a kerosene, generadores estacionarios y similares.

La **encuesta tipológica** se ajusta más a las mediciones específicas, puesto que se trata de tipificar patrones de consumo seleccionando clúster, o grupos homogéneos que representen estratos con similares ingresos. En este caso finalmente se debe hacer una muestra aleatoria dentro del grupo escogido.

Una **encuesta de muestras con base geográfica** de un país, de una región o de una ciudad presenta, como dificultad básica, la necesidad de conocer claramente la distribución poblacional en el territorio (y a veces sus características) de forma tal que se permita la repartición de las encuestas en las diferentes áreas y que se establezcan criterios homogéneos de selección aleatoria en los domicilios a ser encuestados.

La muestra debe estar distribuida en todo el territorio nacional e identificada según clasificación propuesta en urbano, rural y estratos socioeconómicos.

Geográficamente, el país se puede dividir en regiones de interés, el marco de muestra requerido tanto para la definición del número de elementos a encuestar, como para su selección aleatoria requiere de bases de información que identifiquen el número total de unidades posibles de encuestar, junto con información secundaria, que permita clasificar en ubicación (rural y urbano) o estratos (Alto, medio y bajo), por ejemplo, consumo energético, nivel de ingresos, etc.

La información necesaria como marco de muestra lo proporciona el censo que se realiza en todos los países que permite obtener número de viviendas rurales y urbanas en cada región, provincia y municipio del país. La base de datos generalmente permite distribuir la muestra en regiones, provincias, municipios etc., sin embargo, no tiene información suficiente para localizar cada predio, por lo que se requiere para la selección de las viviendas la cartografía que permita identificar segmentos residenciales que constituirían el marco de muestreo.

Una forma para reducir el número de entrevistas es procurar estratificar el muestreo en las regiones de mayor consumo de energía. Los datos de distribución del consumo con base geográfica son por lo tanto esenciales, desagregados incluso por fuente si es posible, utilizando como parámetro la suma de los consumos de todas las fuentes de energía, se puede obtener distorsiones en función de las diferentes eficiencias registradas entre fuentes: los combustibles tradicionales, principalmente la leña, presentan una eficiencia relativamente baja. Sumando los combustibles tradicionales a los comerciales, se pueden suavizar las diferencias existentes entre los patrones de uso.

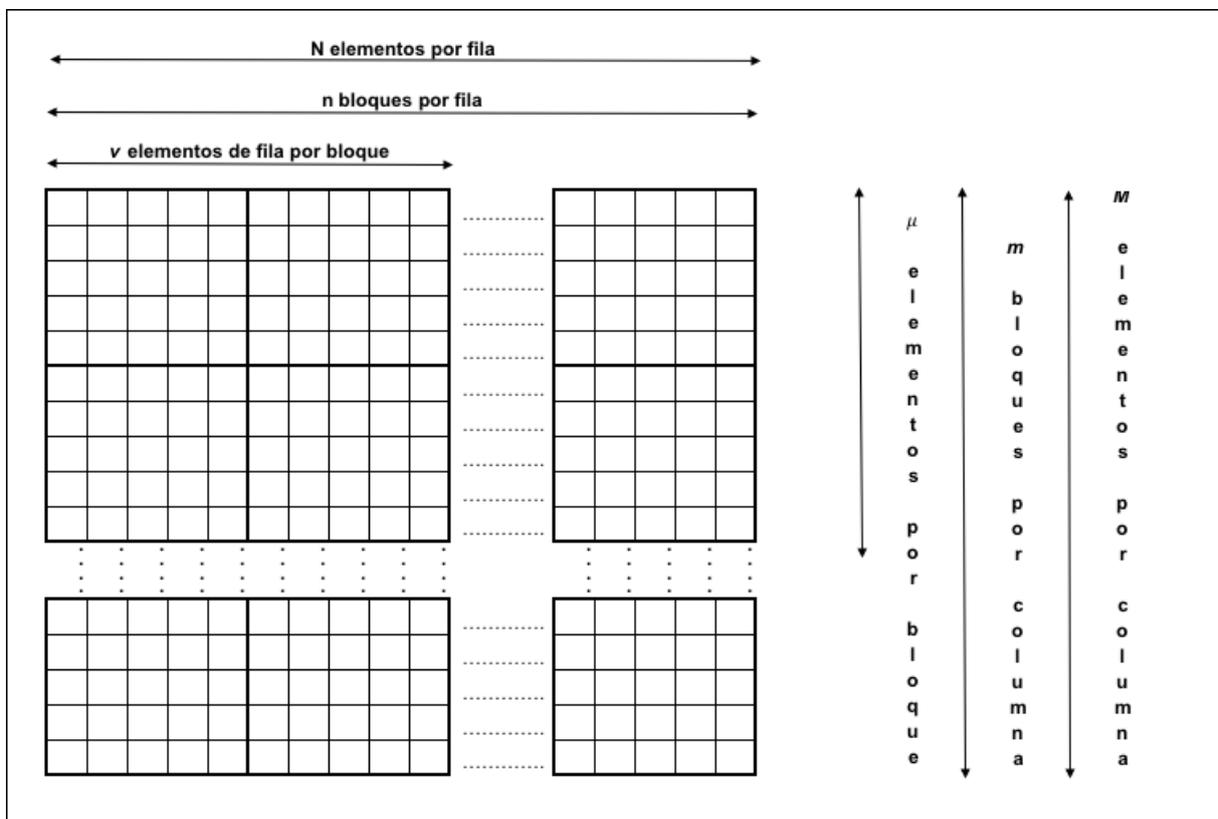
## 4.6.2.1 El muestreo por Áreas

En el muestreo de áreas, el mapa es el marco más idóneo para la selección de muestras y, dado que en los mapas es posible considerar divisiones del territorio cuadradas o rectangulares, la disposición en grillas o mallas (de filas y columnas) es frecuentemente considerada. Este es también el tipo de disposición de la información recogida en fuentes de datos de uso frecuente en la agricultura y otros temas referentes al estudio de suelos.

Se considera una población discreta y finita de elementos dispuestos en grillas de  $N$  filas y  $M$  columnas. **Es decir, debemos conocer el número de unidades muestrales potenciales en cada municipio.**

Los elementos de esta población pueden considerarse agrupados en bloques cuadrados  $V\mu$  elementos cada uno ( $V$  elementos por fila y  $\mu$  elementos por columna). Sea  $n$  el número de bloques por fila y  $m$  el número de bloques por columna. Se verifica  $N=nV$ ,  $M=m\mu$  y  $NM=nmV\mu$ . Esta población genérica se esquematiza en la Figura 17.

Figura 17. Esquematización de la población en grillas



A continuación, se presenta un ejemplo de cómo se aplicaría la selección por áreas para el territorio completo. Esta metodología se aplicaría en cada uno de los Municipios seleccionados.

La población objeto de estudio en este caso es el territorio de República Dominicana un territorio comprendido en un rectángulo de aproximadamente 275Km de ancho por 200 Km de largo (Figura 18).

Partiendo de una cuadrícula de  $12 * 9$ , se escogerán 10 regiones de interés (Figura 8 y 19). Se observa la región delimitada por la cuadrícula mayor número 10 (Figura 50) que luego se podrá estratificar de la misma forma, procediendo a una división en cuatro  $12.5 \text{ km} * 12.5 \text{ km}$  y luego una nueva división de 25 columnas por cuadro (siguiendo el ejemplo en la Figura 21).

Figura 18. Cuadro de estudio de Republica Dominicana



Figura 19. Cuadrículas Mayores 10 regiones de interés



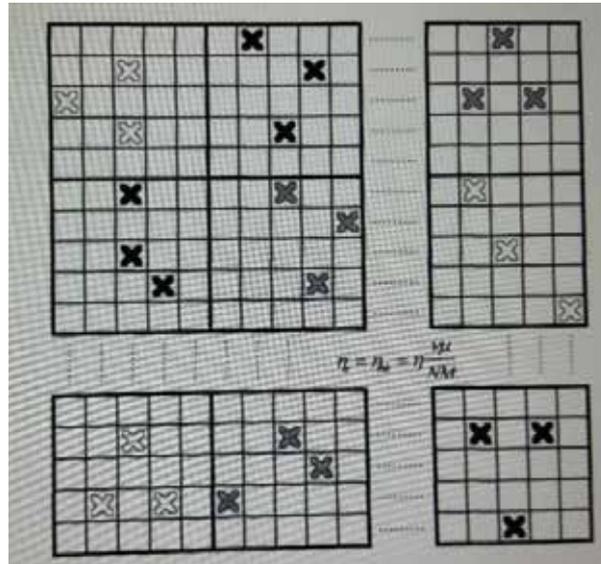
Figura 20. Estratificación de las cuadrículas mayores



Por ejemplo, en el cuadro marcado como 1 de la Figura 9, se efectuará una nueva grilla cuadriculada, de 25 líneas por 25 filas, sea 625 cuadros pequeños representando áreas de 500m\*500m, de las cuales se podrá finalmente seleccionar 200 elementos de manera aleatoria (la grilla puede ser más fina y se podría alcanzar unidades del tamaño de una manzana 100m\*100m).

La Figura 21 ilustra la manera en la cual se procede para realizar un esquema de muestreo aleatorio, en ese caso se tomaron solamente 3 elementos por estrato.

**Figura 21. Ejemplo de una muestra aleatoria estratificada de 3 elementos por estrato dentro de la estratificación de las cuadrículas mayores**



Finalmente, dentro de cada cuadrícula seleccionada se procede a encuestar todas o algunas de las unidades contenidas. En caso de ser algunas, se determinarán cuáles mediante la aplicación de un método de selección aleatoria, como por ejemplo sistemático. El censo de viviendas, hogares o industrias en cada área seleccionada y el número de cuadrículas que constituyan la población servirán de referentes en la construcción de los factores de expansión.

#### 4.6.2.2 Encuesta por catastro de empresas

Esta técnica de encuesta es complementaria a la descrita anteriormente. En algunos países es posible disponer de información de las empresas prestadoras de servicios, aunque en la mayoría no existe una sola empresa, sino que existen una o varias por región, sin embargo, estas empresas poseen información muy valiosa, tal como, el último consumo y los consumos históricos, el nivel de tensión y en algunos casos el tipo de construcción, localización, urbana, rural, estrato (nivel socio-económico) y el tipo de uso residencial, comercial, agrícola etc. Una de las ventajas es que podemos reunir el universo o sub – universo en una base de datos para poder hacer la escogencia en forma aleatoria a nivel nacional o regional.

En países con cambios estacionales los datos permitirán promediar los consumos sobre 12 meses y en otros países será suficiente tres o seis meses, de todas formas, es mejor trabajar con promedios para evitar sesgos por consumos atípicos en algún mes. Será posible también ordenar las viviendas por el tamaño de los consumos mensuales y de esta forma establecer estratos con diferentes rangos de consumo. Conocida la distribución de los consumidores por rango de consumo dentro del universo, podemos proceder a calcular el tamaño de la muestra y realizar el sorteo. Se debe tener cuidado porque si la muestra se reparte proporcionalmente al número de usuarios en el mismo rango, seguramente el número mayoritario de encuestados estará en el rango más común, el cual seguramente es el de menor varianza, mientras que los consumos altos que son menores presentan una varianza mayor y ameritan una muestra más grande. Existen técnicas estadísticas para corregir este sesgo.

#### 4.6.2.3 Encuesta tipológica

Este tipo de técnica de muestreo se recomienda para escoger la muestra a la cual se realizarán mediciones específicas del consumo de energía en los aparatos electro y gasodomésticos. En este caso se elige una muestra representativa de usuarios dentro de una misma región definida por tipo de clima y energéticos disponibles, y subsector (rural, urbano) y dentro de un rango específico de consumo (estrato socio-económico) para que por medio de mediciones en los hogares podamos determinar el consumo por usos colocando medidores en cada aparato, especialmente en aquellos de demanda variable de potencia, tales como, refrigeradores,

aires acondicionados y lavadoras de ropa. Los resultados de las mediciones de los equipos en operación en condiciones reales nos darán información sobre cómo se afecta el consumo de energía debido a las prácticas de uso y que tanto se alejan los cálculos del consumo tomando los valores nominales del fabricante y los reales. También se puede estimar la influencia de los tipos y materiales de construcción de las viviendas, aislamientos térmicos y otros aspectos arquitectónicos sobre el consumo mensual de energía.

#### 4.6.3 FORMATO DE ENCUESTA

Como la unidad de información es el hogar y lo que se quiere es conseguir información sobre los consumos de energía en los respectivos usos se prefiere la técnica de construir un formulario por secciones, en donde cada sección se especializa en el registro de los distintos usos de la energía en la vivienda.

El contenido del formulario a utilizar en cada país, debe decidirse después de conocer la situación particular del mismo, no obstante, es posible determinar un contenido de referencia tal como el que se muestra en las Tablas 5 a la 11, en la que se han incluido secciones desde la A y hasta la K, así:

- **Sección A:** Datos específicos del establecimiento, identificación, tipo, subsector y ubicación. (Tabla 42)
- **Sección B:** Iluminación. (Tabla 43)
- **Sección C:** Refrigeración, conservación de alimentos. (Tabla 43)
- **Sección D:** climatización (ventilación, aire acondicionado) (Tabla 43 y Tabla 44)
- **Sección E:** Fuerza motriz. (Tabla 44)
- **Sección F:** Equipos de oficina. (Tabla 45)
- **Sección G:** Calor directo y calor de proceso. (Tabla 46)
- **Sección H:** Otros equipos. (Tabla 46)
- **Sección I:** Combustibles utilizados y autogeneración. (Tabla 46,47)
- **Sección J:** Uso racional de energía. (Tabla 48)
- **Sección K:** Factura de energía eléctrica. (Tabla 48)

**Tabla 42. Sección A**

**ENCUESTA NACIONAL A SECTORES DE CONSUMO FINAL DE ENERGÍA**  
**ENCUESTA RESIDENCIAL**

**IDENTIFICACIÓN GEOGRÁFICA**

CONGLOMERADO

NÚMERO DE SELECCIÓN DE LA VIVIENDA

NÚMERO DEL HOGAR DENTRO DE LA VIVIENDA

PROVINCIA: \_\_\_\_\_

MUNICIPIO: \_\_\_\_\_

BARRIO O PARAJE: \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_

NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_ TELÉFONO: \_\_\_\_\_

Usted vive en: Casa  Apartamento  Otro  Cuál: \_\_\_\_\_


Señor encuestador: De acuerdo a su observación, por favor indique a qué tipo de vivienda corresponde la presente encuesta de acuerdo con la clasificación de grupos económicos que aparecen a continuación:

BAJO	
MEDIO	
ALTO	

RURAL	
URBANO	

**SECCIÓN A. DATOS PERSONALES**

A1. ¿Usted desarrolla alguna actividad económica productiva en su vivienda?  SI (Pase A2)  NO (Pase A3)

A2. ¿Tiene medidor separado de la actividad comercial al consumo de su vivienda?	Sí	
	No (Continúe con A3)	

A3. ¿Vive más de un hogar en la vivienda? Sí  No  ¿Cuántos? \_\_\_\_\_

Nota: Si en la vivienda habita más de un hogar **ES NECESARIO ENCUESTAR CADA UNO DE LOS HOGARES QUE HABITAN EN LA VIVIENDA (un formulario por cada hogar)**

A4. Número de personas que habitan en el hogar

Adultos			
Niños			

**VISITA FINAL**

DÍA			
MES			
AÑO		2	0
		1	6

NOMBRE DE/LA ENTREVISTADOR \_\_\_\_\_

CÓDIGO \_\_\_\_\_

RESULTADO

1	ENTREVISTA COMPLETA
2	AUSENTE

3	RESPONDIDA PARCIALMENTE
4	RECHAZADA

SUPERVISORA

CRITICADO/DIGITADO  
EN EL CAMPO POR:

NOMBRE

--	--	--

--	--	--

FECHA

\_\_\_\_\_

Tabla 43. Secciones B, C y D

## SECCIÓN B. CALENTAMIENTO DE AGUA

B1. ¿Tiene calentador de agua?	Sí (Continúe)		B2. ¿Usa calentador de agua a diario?	Sí (Continúe)	
	No (Pase a Pregunta C1)			No (Pase a Pregunta	

B3. Por favor diligencie la siguiente información

TIPO de ARTEFACTO	CAPACIDAD o POTENCIA		Minutos de uso al día
	Capacidad	Unidad	
Calentador de Agua GLP		Galones	
Calentador de Agua Eléctrico		Galones	
Ducha Eléctrica		kW	
Panel Solar		m2	
Otro (Especificar)			
Otro (Especificar)			

## SECCIÓN C. CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

C1. ¿Tiene nevera o freezer?	Sí (Continúe)	
	No (Pase a Pregunta D1)	

C2. Por favor diligencie la siguiente información

TIPO de ARTEFACTO	Capacidad (Pies cúbicos)	Antigüedad (Años)
Nevera		
Nevera Ejecutiva		
Nevera a GLP		
Freezer		
Exhibidora		
Otro (Especificar)		
Otro (Especificar)		

## SECCIÓN D. CLIMATIZACIÓN - VENTILACIÓN

D1. ¿Tiene abanico o Aire Acondicionado?	Sí (Continúe)		D2. ¿Utilizan abanico o Aire Acondicionado?	Sí (Continúe)	
	No (Pase a Pregunta E1)			No (Pase a Pregunta	

D3. Por favor diligencie la siguiente información

Tipo de equipo	Cantidad	Capacidad BTU/h							Total de horas de uso al día
		9,000	12,000	18,000	24,000	36,000	60,000	Otro (Especif.)	
Abanico	Pedestal								
	Techo								
	Mesa								
	Piso								
Aire acondicionado	Pared								
	Ventana								
	Split Tradicional								
	Split Inverter								
	Central								

EJEMPLO: 4 Abanicos de pedestal: Dos abanicos los uso dos horas y Dos abanicos los uso tres horas.

ENTONCES: (2Abanicos de pedestal x 2 horas) MÁS (2 Abanicos de pedestal x 3 horas) = 4 + 6 = 10 horas.

2 Abanicos de pared: Un Abanico lo uso cinco horas y un Abanico de pared lo uso dos horas.

ENTONCES: (1Abanico de pared x 5 horas) MÁS (1Abanico de pared x 2 horas) = 5 + 2 = 7 horas.

Se continúa con los demás abanicos y aires acondicionados

Tabla 44. Secciones D y E

SECCIÓN D. CLIMATIZACIÓN AMBIENTAL					
D1. ¿Tiene calentador ambiental	Sí (Continúe)		D2. ¿la calefacción es individual o comunitaria?	Individual	
	No (Pase a Pregunta E1)			Comunitario	

D3. Por favor diligencie la siguiente información

Tipo de equipo	Número	Capacidad total	Unidad de medida	Consumo diario	Consumo mensual	Meses/año
Calefactor eléctrico			kW			
Calefactor a GLP			lb/h			
Calefactor a gas natural			litros/h			
Calefactor a carbón			lb/h			
Calefactor a leña			lb/h			
Otro _____						
<p>EJEMPLO: 4 Calefactores eléctricos: Dos de 1kW que los usos 3 horas/día y dos de 2kW que los uso 2 horas/día, ENTONCES: Consumo diario = (2 de 1kW x 3 horas) MÁS (2 de 2 kW x 2 horas) = 6 + 8 = 14 kWh/día Capacidad total = (2 x 1 kW + 2x 2kW )= 6kW</p>						

## SECCIÓN E. ILUMINACIÓN

E1. ¿Qué clase de iluminación utilizan en su hogar?

	Número	Total de Horas de uso al día
Tradicional (Incandescente)		
LFC (Bajo consumo)		
LF		
LED		
Velas		
Kerosene		

NOTA: El conteo de bombillos se realiza de la misma forma que el de abanicos y aire acondicionado

Tabla 45. Sección F

## SECCIÓN F. OTROS EQUIPOS

F1. ¿Tiene Televisor?	Sí (Continúe)		F2. ¿Usa televisor a diario?	Sí (Continúe)	
	No (Pase a Pregunta F4)			No (Pase a Pregunta F4)	

F3. Por favor diligencie la siguiente información

Televisor No.	Tipo de aparato				Uso total (horas al día)
	CONVENCIONAL	LED	PLASMA	LCD	
Televisor 1					
Televisor 2					
Televisor 3					
Televisor 4					
Televisor 5					

F4. ¿Tiene Lavadora?	Sí (Continúe)		F5. Usa lavadora a diario?	Sí (Continúe)	
	No (Pase a Pregunta F7)			No (Pase a Pregunta F10)	

F6. Por favor diligencie la siguiente información

	Uso x semana (No. De días)	Antigüedad (Años)
Lavadora 1		
Lavadora 2		

F7. ¿Tiene Secadora?	Sí (Continúe)		F8. ¿Usa secadora a diario?	Sí (Continúe)	
	No (Pase a Pregunta F10)			No (Pase a Pregunta F10)	

F9. Por favor diligencie la siguiente información

Energético utilizado	Cantidad	Capacidad (LIBRAS)	Uso x semana	
GLP				
ELECTRICIDAD				
OTRO				

F10. En el siguiente recuadro, indique la cantidad y horas de uso de los siguientes equipos que EL HOGAR UTILIZA POR LO MENOS UNA VEZ A LA SEMANA:

EQUIPO	CANTIDAD	Uso total (horas a la semana)
Plancha		
Secador de pelo		
Computador Personal/Laptop		
Microondas		
Olla eléctrica		
Otro Especifique:		
Otro Especifique:		
Otro Especifique:		

Tabla 46. Secciones G, H, I

## SECCIÓN G. BOMBEO DE AGUA Y CORTADORA DE GRAMA

G1. ¿Tiene bomba de agua?	Sí (Continúe)		G2. ¿Usa bomba de agua a diario?	Sí (Continúe)	
	No (Pase a Pregunta			No (Pase a Pregunta G4)	

G3. Por favor diligencie la siguiente información

Energético utilizado	Cantidad	Capacidad HP				Horas de uso a la semana
		1/2	1	1.5	Otra	
ELECTRICIDAD						
OTRO (Especifique)						

G4. ¿Tiene cortadora de grama?	Sí (Continúe)		G5. ¿Usa cortadora de grama a diario?	Sí (Continúe)	
	No (Pase a			No (Pase a Pregunta H1)	

G6. Por favor diligencie la siguiente información

Energético utilizado	Cantidad	Capacidad HP	Horas de uso al mes
GASOLINA			
OTRO (Especifique)			

## SECCIÓN H. COCCIÓN

H1. ¿Cocina usted en su casa?	Sí *	
	No (Pase a Pregunta I1)	

\* Por favor indique el tipo de equipo que UTILIZA A DIARIO \_\_\_\_\_

H2. Por favor diligencie la siguiente información

Tipo de equipo	GLP	Eléctrico	Leña	Carbón vegetal	Otra biomasa	Uso del equipo			Uso total (horas al día)
						Desayuno	Almuerzo	Cena	
Estufa									
Fogón									
Anafe									
Barbacoa									
Horno									

## SECCIÓN I: COMBUSTIBLES USADOS

I1. NO INCLUYA EL CONSUMO DE _____	Sí (Continúe)	
VEHÍCULOS: ¿Utiliza GLP - GASOLINA -	No (Pase a Pregunta I3)	

I2. Por favor diligencie la siguiente información

Combustible utilizado	¿Cuánto compra?		¿Cada cuántos días compra?
	Galón/m <sup>3</sup>	\$	
GLP			
Gasolina			
Diesel Oil			
Gas Natural			

I3. En su hogar utilizan el CARBÓN - KEROSENE -	Sí **	
	No (Pase a Pregunta	

\*\* Indique las características y frecuencia de uso \_\_\_\_\_

I4. Por favor diligencie la siguiente información

Combustible utilizado	¿Cuánto compra?			¿Cada cuántos días compra?
	Cant	Unidades	\$	
Carbón		Libras		
Kerosene		Galón		
Velas		Unidades		

Tabla 47. Sección I (continuación)

15. ¿En su hogar utilizan LEÑA Y RESIDUOS?	Sí*	
	No (Pase a Pregunta	

\* Indique las características y frecuencia de uso

16. Por favor diligencie la siguiente información

Combustible utilizado	¿Por qué usa leña o residuos y no otros combustibles?				Obtención			¿Cuántas libras obtiene?	¿Cada cuántos días obtiene?
	Precio	Escasez de otros combustibles	Fácil adquisición	Tradicionalmente lo ha usado y no quiere dejar de hacerlo	Otro	Compra	Recoge		
Leña									
Residuos									

17. Normalmente ¿Cuántas horas dispone de servicio eléctrico al día?

18. ¿Usted tiene Planta?	Sí (Continúe)	
	No (Pase a Pregunta 111)	

19. ¿Por qué tiene planta?

Tarifa Alta	Cortes Frecuentes	Variaciones de Voltaje	Falta de suministro eléctrico	Otros

110. Indique las características de la planta.

TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO	POTENCIA (kw)	Frecuencia de uso			Horas de uso
		Semanal	Mensual	Esporádico	
GASOLINA					
DIESEL OIL					
OTRO especifique					

111. ¿Usted tiene Paneles solares para generación eléctrica?

	Sí (Continúe)	
	No (Pase a Pregunta 116)	

112. ¿Por qué tiene paneles?

Tarifa Alta	Cortes Frecuentes	Variaciones de Voltaje	Falta de suministro	Otros

113. Indique las características de su panel solar.

POTENCIA (Watts)	¿Tiene batería de acumulación para su panel?		Capacidad Batería (Amp-h)	Costo de adquisición
	Sí	No (Pase a costo adquisición)		
	Sí	No (Pase a costo adquisición)		

## PROGRAMA DE MEDICIÓN NETA

El programa de Medición Neta es un sistema que te permite inyectar tu excedente de energía a la red y así disminuir tu factura eléctrica

114. ¿Está registrado en el sistema de Medición Neta?	Sí (Pase a la pregunta 116)	
	No (Continúe)	

115. ¿Por qué no está registrado en el Sistema de Medición Neta?	No lo conozco	
	No confío en la distribuidora	
	Otro Especifique	
	Otro Especifique	

116. ¿Usted tiene Inversores para generación eléctrica?	Sí (Continúe)	
	No ( si respondió afirmativamente en la pregunta A2 pase a pregunta J1, de lo contrario pase a K1)	

17. Por favor diligencie la siguiente información

POTENCIA (kW)	Frecuencia de uso			Horas de uso a la semana	Costo de adquisición aproximado
	Diario	Semanal	Mensual		

Tabla 48. Secciones J, K, L

## J: ÚNICAMENTE SI RESPONDIÓ SÍ A LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN LA PREGUNTA A2

J1. Indique las características y frecuencia de uso de los equipos ADICIONALES A LOS YA DESCRITOS que utiliza en ésta actividad

Tipo de Artefacto	Cantidad	Capacidad	Unidad	Horas de uso diario
Refrigerador			Pies cúbicos	
Botellero			Pies cúbicos	
Congelador			Pies cúbicos	
Estufa Eléctrica			Hornillas	
Estufa GLP			Hornillas	
Horno Eléctrico			kW	
Horno GLP			Galones/mes	
Tostadora a GLP			Galones/mes	
Plancha			kW	
Licuada			kW	
Procesador de alimentos			kW	
Lavadora			Libras	
Secadora de Ropa Eléctrica			kW	
Secadora de Ropa a GLP			Galones/mes	
Máquina de coser			kW	
Computador Personal			kW	
Impresora			kW	
Secador de Pelo			kW	
Taladro eléctrico			kW	
Sierra eléctrica			kW	
Soldadora eléctrica			kW	
Otro (Especifique):				
Otro (Especifique):				

## K. FACTURA DE ELECTRICIDAD

K1. Por favor indique:		Número de identificación	No tiene número de identificación
	Medidor 1		
	Medidor 2		

K2. Indique el tipo de contrato y el monto que mantiene para su consumo de electricidad

Factura	\$	Otro	\$S
Factura fija	\$	No regulado	
Electricidad prepagada	\$		

K3. Indique el tipo de tarifa:	BTS 1	
	BTS 2	

K4. Anote de la factura de Electricidad el consumo mensual (kWh) del año 2015.

MES	CONSUMO kWh			
	Medidor 1		Medidor 2	
	\$ S	kWh	\$ S	kWh
Valor MÍNIMO pagado el año pasado				

#### 4.7 APLICACIÓN: CASO BRASIL

Se presentan los resultados del análisis del sector residencial obtenido del BEEU elaborado para Brasil por el Ministerio de Minas y Energía (MME) en el año 2005.

Los resultados presentados pueden servir como una referencia para la aplicación de la metodología propuesta, incluyendo también referencias bibliográficas que podrán ser consultadas por los países interesados.

El BEEU comprende básicamente las siguientes etapas:

- Identificación de los usos de las diversas fuentes energéticas.
- Identificación de los equipos de consumo utilizados y recopilación de los valores de su eficiencia.
- Evaluación de la participación de la energía final en los diversos usos.
- Determinación de la energía útil a través del producto de la energía final consumida multiplicada por el respectivo rendimiento (eficiencia de producción) como se ha descrito anteriormente.

La elaboración del balance se realizó con la metodología OLADE y tomando como principal referencia para la determinación de las eficiencias energéticas en el sector residencial las tablas publicadas por INMETRO<sup>5</sup> que refleja los valores de eficiencia de todos los equipos aprobados dentro del programa para portar una etiqueta. Estas tablas se actualizan periódicamente y representan el estado actual en términos de consumo de energía o eficiencia energética de los diferentes equipos en el mercado.

La Tabla 49 muestra el consumo de energía final por fuente en miles de tep y los coeficientes de participación por usos de cada uno de los energéticos empleados en el sector.

**Tabla 49. Consumo de Energía Final por Fuentes**

SECTOR RESIDENCIAL									
ENERGÉTICOS	ENERGÍA FINAL 1000 tep	COEFICIENTES DE PARTICIPACIÓN							
		Fuerza motriz	Calor de proceso	Calor directo	Refrigeración	Iluminación	Eletroquímica	Otras	Total
GAS NATURAL	181,3	0,000	0,100	0,900	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
LEÑA	8.073,6	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
PRODUCTOS DE CAÑA	0,0	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
OTRAS FUENTES PRIMARIAS	0,0	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
DIESEL	0,0	0,500	0,250	0,250	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
FUEL OIL	0,0	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
GASOLINA	0,0	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
GLP	5.828,3	0,000	0,100	0,900	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
QUEROSENE	13,2	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000
GLP	0,0	0,000	0,183	0,817	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
ELECTRICIDAD	6.757,6	0,030	0,260	0,080	0,320	0,240	0,000	0,070	1,000
CARBÓN VEGETAL	503,2	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
ALCOHOL ETÍLICO	0,0	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
OTRAS FUENTES DE PETRÓLEO	0,0	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

Fuente: Balance de Energía Útil BEU Brasil 2005

5 En <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>

La Tabla 50 muestra cómo se distribuyen los consumos de energía final por fuente y por uso en el sector residencial

**Tabla 50. Energía Final por Fuente y Uso**

SECTOR RESIDENCIAL								
ENERGÉTICOS	DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA FINAL							
	Fuerza motriz	Calor de proceso	Calor directo	Refrigeración	Iluminación	Eletrouímica	Otras	Total
GAS NATURAL	0,0	18,1	163,2	0,0	0,0	0,0	0,0	181,3
LEÑA	0,0	0,0	8.073,6	0,0	0,0	0,0	0,0	8.073,6
PRODUCTOS DE CAÑA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTRAS FUENTES PRIMARIAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DIESEL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
FUEL OIL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GASOLINA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GLP	0,0	582,8	5.245,5	0,0	0,0	0,0	0,0	5.828,3
QUEROSENE	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2	0,0	0,0	13,2
GLP	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ELECTRICIDAD	202,7	1.757,0	540,6	2.162,4	1.621,8	0,0	473,0	6.757,6
CARBÓN VEGETAL	0,0	0,0	503,2	0,0	0,0	0,0	0,0	503,2
ALCOHOL ETÍLICO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTRAS FUENTES DE PETRÓLEO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	202,7	2.357,9	14.526,1	2.162,4	1.635,0	0,0	473,0	21.357,3

Fuente: Balance de Energía Útil BEU Brasil 2005

En la Tabla 51 se encuentran relacionados los coeficientes de eficiencia evaluados para Brasil en el sector residencial para cada uso y energético.

**Tabla 51. Coeficientes de Eficiencia por Fuente y Uso**

SECTOR RESIDENCIAL							
ENERGÉTICOS	COEFICIENTES DE EFICIENCIA						
	Fuerza motriz	Calor de proceso	Calor directo	Refrigeración	Iluminación	Eletrouímica	Otras
GAS NATURAL	0,330	0,800	0,500				
LEÑA		0,460	0,320				
PRODUCTOS DE CAÑA			0,320				
OTRAS FUENTES PRIMARIAS			0,320				
DIESEL	0,430	0,800	0,500				
FUEL OIL		0,800	0,500				
GASOLINA	0,280	0,800					
GLP	0,280	0,800	0,500		0,002		
QUEROSENE	0,280		0,500		0,002		
GLP	0,330	0,800	0,500				
COQUE DE CARBÓN MINERAL							
ELECTRICIDAD	0,750	1,000	0,700	0,600	0,090		1,000
CARBÓN VEGETAL			0,320				
ALCOHOL ETÍLICO	0,340						
OTRAS FUENTES DE PETRÓLEO							

Fuente: Balance de Energía Útil BEU Brasil 2005

La Tabla 52 muestra los coeficientes de eficiencia de referencia, es decir los evaluados con las mejores tecnologías disponibles.

**Tabla 52. Coeficientes de referencia**

ENERGÉTICOS	COEFICIENTES DE REFERENCIA						
	Fuerza motriz	Calor de proceso	Calor directo	Refrigeración	Iluminación	Eletroquímica	Otras
GAS NATURAL	0,350	0,870	0,500				
LEÑA		0,500	0,350				
PRODUCTOS DE CAÑA			0,350				
OTRAS FUENTES PRIMARIAS			0,350				
DIESEL	0,450	0,870	0,620				
FUEL OIL		0,870	0,620				
GASOLINA	0,300	0,870					
GLP	0,290	0,870	0,620		0,002		
QUEROSENE	0,300		0,620		0,002		
GLP	0,370	0,870	0,620				
COQUE DE CARBÓN MINERAL							
ELECTRICIDAD	0,830	1,000	0,800	0,700	0,172		1,000
CARBÓN VEGETAL			0,350				
ALCOHOL ETÍLICO	0,350						
OTRAS FUENTES DE PETRÓLEO							

La Tabla 53 muestra los consumos de energía útil por usos y por energéticos, resultantes de multiplicar la matriz de consumo de energía final por la matriz de coeficientes de eficiencia. La última columna refleja el cálculo de las pérdidas, evaluadas como la diferencia entre el consumo final y la energía útil (esta energía útil es energía de producción y no tiene en cuenta las prácticas de uso).

**Tabla 53. Consumo de energía Útil por Uso y fuente**

SECTOR RESIDENCIAL									
ENERGÉTICOS	DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ÚTIL							Total	Pérdidas 1000 tep
	Fuerza motriz	Calor de proceso	Calor directo	Refrigeración	Iluminación	Electroquímica	Otras		
GAS NATURAL	0,0	14,5	81,6	0,0	0,0	0,0	0,0	96,1	85,2
LEÑA	0,0	0,0	2.583,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2.583,6	5.490,1
PRODUCTOS DE CAÑA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTRAS FUENTES PRIMARIAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DIESEL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
FUEL OIL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GASOLINA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GLP	0,0	466,3	2.622,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3.089,0	2.739,3
QUEROSENE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,1
GLP	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ELECTRICIDAD	152,0	1.757,0	378,4	1.297,5	146,0	0,0	473,0	4.203,9	2.553,7
CARBÓN VEGETAL	0,0	0,0	161,0	0,0	0,0	0,0	0,0	161,0	342,2
ALCOHOL ETÍLICO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTRAS FUENTES DE PETRÓLEO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	152,0	2.237,8	5.827,4	1.297,5	146,0	0,0	473,0	10.133,6	11.223,6

Finalmente, la Tabla 54 relaciona el potencial de recuperación de energía calculado como la diferencia entre la energía útil anterior y la resultante de multiplicar la matriz de energía final por los coeficientes de referencia.

**Tabla 54. Potencial de recuperación de energía viable económicamente**

ENERGÉTICOS	POTENCIAL DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA VIABLE ECONÓMICAMENTE							Total
	Fuerza motriz	Calor de proceso	Calor directo	Refrigeración	Iluminación	Eletroquímica	Otras	
GAS NATURAL	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
LEÑA	0,0	0,0	692,0	0,0	0,0	0,0	0,0	692,0
PRODUCTOS DE CAÑA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTRAS FUENTES PRIMARIAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DIESEL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
FUEL OIL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GASOLINA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GLP	0,0	46,9	1.015,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1.062,2
QUEROSENE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GLP	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
COQUE DE CARBÓN MINERAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ELECTRICIDAD	19,5	0,0	67,6	308,9	773,2	0,0	0,0	1.169,2
CARBÓN VEGETAL	0,0	0,0	43,1	0,0	0,0	0,0	0,0	43,1
ALCOHOL ETÍLICO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTRAS FUENTES DE PETRÓLEO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	19,5	48,4	1.818,0	308,9	773,2	0,0	0,0	2.968,0





# CAPÍTULO V

---

Sector  
Comercial,  
Servicios y  
Público

## 5. SECTOR COMERCIAL, SERVICIOS Y PÚBLICO

### 5.1 DESAGREGACIÓN POR SUBSECTORES

Este sector se caracteriza por incluir una gran variedad de actividades con características de consumo energético bien diferentes. Ahora bien, teniendo en cuenta que el BEEU se pretende utilizar como herramienta de diagnóstico y como punto de partida de los análisis de previsión de la demanda, resulta imprescindible la desagregación del sector en conjuntos de actividades relativamente homogéneas tanto en lo que se refiere a su demanda de energía como a su nivel de evolución. La definición de los subsectores también debe estar ligada a la organización de la información macroeconómica que es insumo básico en los análisis de previsión de la demanda.

Por tal motivo se propone tal como se hizo en el sector industrial, basar la apertura del sector en la clasificación CIU Rev. 4 (Clasificación Internacional Industrial Uniforme).

Las ramas de actividad, según la denominación internacional CIU a dos dígitos, comprendidas en este sector son las que se encuentran entre la rama 45 y la rama 96, con el agregado de las ramas 36, 37 y 38.

Como el número de subsectores es muy grande, para reducirlo proponemos la desagregación en 8 subsectores como se muestra en la Tabla 55. Entre los tenidos en cuenta para desagregar de esta manera están:

**Tabla 55. Desagregación en subsectores y su correspondencia con la denominación CIU Rev 4**

Grupos Balance	Correspondencia con el CIU Rev 4	Denominación del subsector
1	45, 46, 47	Comercio al por mayor y menor
2	55, 56	Hoteles y Restaurantes
2	64, 65, 66, 68,	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias, servicios a las empresas
4	84	Administración pública, defensa y gobierno
5	85	Educación
6	86, 87, 88	Salud Pública y asistencia social
7	36, 37, 38	Agua y residuos, alumbrado público
8	Restantes entre 52 y 99	Otros servicios, actividades de transporte, comunicaciones, etc.

Fuente: Construcción propia

Lograr una relativa homogeneidad en cuanto al tipo de uso energético en cada subsector y desagregar aquellas actividades cuya evolución puede variar sustancialmente según el tipo de políticas que se aplique.

Posibilidades de obtención de información directa para la conformación de la base de datos que permita un adecuado diseño muestral.

Obviamente que en cada país podrán existir modificaciones a esta desagregación se acuerdo con la complejidad de cada subsector y de la importancia que el subsector tenga en el consumo energético del país.

En líneas generales se recomiendan estos ocho, siendo el octavo el más heterogéneo, pues incluye un gran número de actividades, aunque afortunadamente con consumos de energía pequeños comparados con los otros subsectores.

### 5.2 DESAGREGACIÓN POR USOS

Las actividades que se consideran en cada uno de los subsectores presentan desde el punto de vista energético usos muy diferentes, que van, por ejemplo, de un predominio de usos calóricos (cocción, calentamiento de agua) en el grupo 2 de hoteles y restaurantes, a un predominio de usos tales como la iluminación y el aire acondicionado en los grupos 1, 3, 4 correspondientes a Comercio, Establecimientos Financieros y Administración Pública respectivamente. Asimismo, hay actividades que presentan un único uso y una única fuente como es el caso del Alumbrado Público.

Para la elaboración del balance se propone considerar los siguientes usos:

- Calefacción
- Cocción
- Calentamiento de agua
- Aire Acondicionado y ventilación
- Refrigeración
- Iluminación
- Fuerza Mecánica
- Otros usos

Estos usos son similares a los del sector residencial, sin embargo, los equipos y las características de uso en el sector comercial, servicios y público son diferentes, se trata de cocinas industriales, calderas para producción de agua caliente o vapor en los sistemas de calefacción central, chillers para la producción de agua helada en los sistemas de aire acondicionado central, ascensores o escaleras automáticas en los centros comerciales.

De todas formas, el sector es similar al residencial, puesto que la demanda de Energía útil depende de dos factores:

- El nivel de confort y/o de mecanización
- La eficiencia con que se usan los equipos

### 5.3 ENERGÍA FINAL, ENERGÍA ÚTIL Y EFICIENCIA

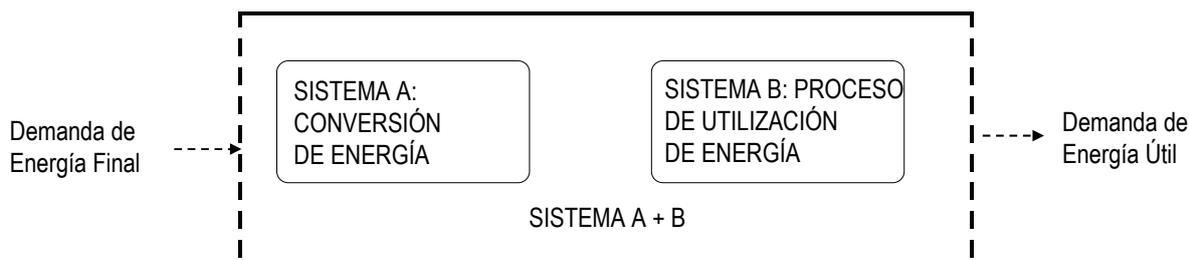
La energía final es aquella consumida en el establecimiento para satisfacer determinadas necesidades que pueden ser de iluminación, conservación de alimentos, cocción, calentamiento de agua, etc. En general es posible conocer los consumos totales mensuales de energía en un establecimiento, pues las empresas suministradoras de energía tanto eléctricas como de gas natural o GLP, instalan medidores a la entrada del mismo en donde se registra el consumo. El problema surge cuando se quiere conocer el consumo de energía para cada uso, necesitaríamos un medidor en cada aparato o definitivamente hacer un modelo que me permita calcular el consumo de un aparato a partir de las características técnicas del mismo y del tiempo de uso (habito de uso del mismo).

Por ejemplo, en el caso de la electricidad que es el energético más usado en el sector comercial, servicios y público, a partir del conocimiento de la potencia demandada por el equipo, y del tiempo de uso se puede calcular su consumo diario, semanal o mensual. También existen equipos cuya demanda de potencia no es constante, tales como los refrigeradores, las lavadoras etc. En ese caso se debe estimar la demanda promedio de potencia y el tiempo de uso.

Lo mismo ocurre con otros energéticos, en particular con el GLP o GN que puede estar conectado para alimentar simultáneamente a más de un aparato (estufa, calentador de agua, horno). Aquí también el consumo mensual total de GLP puede obtenerse con facilidad, pero su desagregación por aparatos depende del conocimiento de las variables que determinan el consumo en cada uno de estos, se requieren medidas de laboratorio para saber por ejemplo cuánto gas consume cada fogón en una hora etc.

Por su parte, la conceptualización de la energía útil involucra dos etapas: la producción de energía útil y la manera como se usa, la primera está relacionada con la medición de la eficiencia de transformación energética en los equipos, y la segunda con la manera como se usan.

En el caso por ejemplo, de los calentadores de agua con acumulación, la energía eléctrica o combustible se utiliza para calentar el agua de un reservorio; al abrirse un grifo, el agua calentada tiene que atravesar los tubos hasta llegar al punto de uso, de manera que se puede pensar en una eficiencia de transformación de la electricidad o del combustible en calor (a veces denominada eficiencia de producción) y en una eficiencia de uso que se debe, en el ejemplo, a pérdidas de calor por el aislamiento de las paredes del reservorio y de los tubos.

**Figura 22. Proceso de Transformación de Energía final en Energía útil**

En los refrigeradores, los chillers la eficiencia de conversión incluyen no solo los motores de compresión sino también el ciclo de refrigeración, gas refrigerante, intercambiadores en el evaporador y en el condensador.

Para incluir las pérdidas en los sistemas de uso se requiere medir el consumo de los aparatos en condiciones reales de operación. Existen equipos en donde esta segunda eficiencia puede llegar a ser muy importante, tal es el caso de la cocción, la refrigeración y el aire acondicionado. En la cocción la eficiencia de combustión puede ser interpretada como la eficiencia de conversión, mientras que la eficiencia de transferencia de calor entre el quemador y el recipiente (incluido el medio ambiente, si existe por ejemplo ventilación) es la eficiencia de uso. En el caso de la refrigeración y el aire acondicionado, la ubicación del aparato cerca de una ventana donde se asolea o cerca de la cocina donde recibe calor afecta esa eficiencia de uso.

Para llegar a la determinación de la energía útil en el sector de comercio, servicios y público, es necesario conocer:

- Los principales tipos de aparatos empleados por los consumidores finales de energía;
- Las cantidades de energía final realmente consumidas en estos aparatos; y,
- Las eficiencias de estos aparatos en condiciones normales de operación.

Las eficiencias de los aparatos deben ser objeto de investigaciones específicas en cada país, en vista de que la experiencia muestra que los valores reales encontrados en la práctica son frecuentemente diferentes a los indicados por los fabricantes. Se deben realizar mediciones en los establecimientos para encontrar los valores reales, sin embargo, si esto no fuera posible se deben utilizar, preferentemente, las informaciones disponibles en estudios llevados a cabo anteriormente o, al faltar éstos, informaciones de la literatura técnica al nivel de fabricante<sup>6</sup>.

### 5.3.1 BEEU Aplicado a una Unidad del Sector Comercial, Servicios, Público.

La energía que ingresa a un establecimiento es comprada y eventualmente autogenerada con combustibles o energías renovables (solar, eólica u otra), formando así el Insumo Energético Neto (IEN), que es la energía que ingresa en la unidad del sector desagregada en varias fuentes y luego siendo transformada en las formas útiles.

El IEN puede ser considerado igual al consumo final por fuentes, ya que en la mayoría de los casos no existen inventarios, y cuando existen son despreciables en relación a la energía consumida anualmente.

El consumo final por fuentes puede ser relacionado con el consumo final por usos. Los equipos eléctricos que explican los distintos usos de la energía de un establecimiento (refrigeración, acondicionamiento ambiental, iluminación, fuerza motriz, etc.), tendrán sus consumos agregados y relacionados al consumo final de electricidad que aparece en la factura del establecimiento; los combustibles, de la misma manera, deben ser considerados de acuerdo con los distintos usos y relacionados con el consumo final del mismo.

Por ejemplo, el consumo de energía eléctrica de los equipos se determina midiéndolo directamente durante un periodo de tiempo determinado o estimándolo mediante una combinación de medición e información, esta última obtenida de encuestas.

Entre los equipos disponibles en un hogar están aquellos que tienen una de las siguientes características de demanda de potencia durante su operación:

- Demanda constante de potencia
- Demanda variable de potencia

6 Algunos valores indicativos de resultados de investigaciones en Brasil en <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp> del programa de etiquetado.

Estas características permiten procedimientos diferentes de medición de la demanda de potencia y estimación del consumo de energía eléctrica, así:

- *Demanda constante de potencia.* Ejemplos de este tipo de equipos son: bombillos, LFC's, lámparas fluorescentes, radios, TV's, computadores, escaleras automáticas. Se determina la demanda de potencia mediante la medición de la misma o a partir de las lecturas de placa. De encuestas, se determina el número de equipos iguales y el uso diario que se les da expresado en hora/día. A partir de allí se calcula el consumo diario de los equipos. Para extrapolar el consumo diario al consumo mensual (kWh/mes) es necesario, a partir de la información de la encuesta, determinar el régimen diario o semanal de uso. Si, por ejemplo, el régimen de uso diario entre semana es diferente del de los fines de semana, se determina este régimen y se toma en cuenta al calcular el consumo mensual.
- *Demanda variable de potencia.* Ejemplos de este tipo de equipos son, la lavadora de ropa, el refrigerador, el chiller, las bombas de agua. En este caso se promedia la potencia empleada por el equipo y se emplea el cálculo sugerido anteriormente o se mide la energía eléctrica consumida por el equipo durante un día y se extrapola al mes. Si el equipo opera en un régimen diferente, por ejemplo, los fines de semana, se mide también el consumo sobre un fin de semana. Estos consumos (régimen semanal y régimen de fin de semana) se emplean para extrapolar estos consumos al consumo mensual.

La Tabla 56 ilustra de manera resumida las observaciones anteriores.

**Tabla 56. Método de estimación del consumo de energía eléctrica**

ORIGEN DE LA INFORMACIÓN					
Demanda de potencia	Estimación	Encuesta	Medición	Encuesta	Régimen
Constante Régimen Uso 1	$E(\text{kWh/mes}) = n(\text{unidad}) \times P(\text{W/unidad}) \times \text{Uso Diario Régimen 1 (hora/día)} \times \text{Días a Régimen 1 (días/mes)}$				
Constante Régimen Uso 2	$E(\text{kWh/mes}) = n(\text{unidad}) \times P(\text{W/unidad}) \times \text{Uso Diario Régimen 1 (hora/día)} \times \text{Días a Régimen 1 (días/mes)}$				
....					
Variable Régimen Uso 1	$E(\text{kWh/mes}) =$	$E(\text{Wh/día}) \times \text{Uso diario Régimen 1 (hora/día)} \times \text{Días a Régimen 1 (días/mes)}$			
Variable Régimen Uso 2	$E(\text{kWh/mes}) =$	$E(\text{Wh/día}) \times \text{Uso diario Régimen 1 (hora/día)} \times \text{Días a Régimen 2 (días/mes)}$			
...					

Fuente: Elaboración propia

Los consumos mensuales de energía eléctrica de cada equipo así calculados se agrupan por usos finales. Finalmente, el consumo total se calcula sumando todos los consumos por todos los usos finales.

En el caso de los combustibles resulta más compleja la medición del consumo por usos, por ejemplo, en el del GN o del GLP se conocen los consumos mensuales y para poder discriminar el % utilizado en agua caliente, calefacción o cocción se requiere la realización de laboratorios específicos con mediciones en los establecimientos, en algunos casos el uso es único por ejemplo GN para la caldera.

En la Tabla 57 se muestra el procedimiento analítico para la realización del balance comercial. Se parte del consumo final por energético, que debe ser coherente con la desagregación del consumo por usos. En la parte inferior de la tabla se calculan los totales de consumo final por uso y los consumos útiles como la suma de los consumos finales ponderados por las respectivas eficiencias de producción.

Tabla 57. Balance Energético por establecimiento del sector

**SECTOR COMERCIAL, SERVICIOS Y PÚBLICO**  
BALANCE ENERGÉTICO APLICADO A UNA UNIDAD RESIDENCIA

FUENTES	CALEFACCIÓN	AIRE ACONDICIONADO / VENTILACIÓN	COCCIÓN	CALENTAMIENTO DE AGUA	REFRIGERACIÓN	FUERZA MOTRIZ	ILUMINACIÓN	CONSUMO TOTAL X FUENTES Y EFICIENCIA MEDIA
Petróleo crudo								
Líquidos de gas Natural								
Gas natural								
Carbón mineral								
Nuclear								
Hydroenergía								
Geotermia								
Eólica								
Solar								
Leña								
Productos de caña								
Otra biomasa								
Otras primarias								
Electricidad								
GLP								
Gasolina								
Kerosene y Jet Fuel								
Diesel oil								
Fuel oil								
Gas de refinería								
Coque de petróleo								
Otros productos de petróleo y gas								
Coque de carbón mineral								
Gases industriales								
Otros productos de fuentes minerales								
Carbón vegetal								
Etanol								
Biodiesel								
Biogas								
Otras fuentes secundarias								
No energético								
TOTAL								
EFICIENCIA MEDIA X USOS								
CONSUMO ENERGÍA ÚTIL								
PÉRDIDAS								

Finalmente se calculan las pérdidas como la diferencia entre los consumos final y útil. Este procedimiento toma en cuenta solamente la eficiencia de la primera transformación. Para contabilizar también la eficiencia de uso, se debe medir o estimar el consumo en condiciones reales de operación de los equipos.

#### 5.4 EL BEEU APLICADO AL SECTOR COMERCIAL, SERVICIOS Y PÚBLICO

La presentación del Balance Energético del Sector se puede efectuar con la ayuda de la Tabla 58 y la Tabla 59 que resumen de manera estadística los resultados de las encuestas y/o mediciones realizadas.

Para que la metodología de cálculo se torne transparente, se debe presentar una tabla auxiliar similar a la anterior con las eficiencias consideradas por uso y por fuente. Esta tabla debe ser el resultado de estudios específicos de eficiencias de conversión de los equipos en el mercado y de los encontrados en los establecimientos. Estos resultados permitirán en el futuro hacer seguimiento de los factores de eficiencia y del mejoramiento de las tecnologías. Estas tablas representan el producto final del trabajo de elaboración del BEEU para el Sector Comercial, Servicios y Público.

Como se ha visto en los otros sectores, prácticamente todos los datos que conforman el BEEU de un establecimiento se pueden colocar bajo la forma de una tabla de doble entrada. En este numeral se mostrará cómo se puede presentar el BEEU de todo el sector comercial, servicios y público de un país o una región. En primer lugar, si se quieren visualizar todos los datos que lo componen, las desagregaciones propuestas imponen una tabla de 4 entradas:

- Por subsectores (ocho subsectores descritos)
- Por usos (calefacción, AA, refrigeración, calentamiento de agua, fuerza motriz, iluminación, otros)
- Por fuentes (según el balance OLADE, 31)
- Por tipo de consumo (4): final, útil, eficiencia y pérdidas,

Respetando el formato de presentación del balance de OLADE, es decir, el listado de los energéticos en las columnas se puede presentar el BEEU de la industria en dos planillas de doble entrada. Se propone un sistema con una planilla principal y otra auxiliar:

La planilla principal contiene el máximo detalle para el consumo final y un resumen de datos para el consumo útil, tal como se muestra en la Tabla 58.

**Tabla 58. Planilla Principal**

Fuentes	Insumo Energético	AUTO PRODUCCION		CONSUMO FINAL (Y EFICIENCIA) POR FUENTES Y USOS												
		Combustible	Renovable	Consumo final por fuentes	Calefacción		Aire acondicionado		Cocción		Refrigeración		Fuerza Mecánica		Iluminación	
					Unidad	%	Unidad	%	Unidad	%	Unidad	%	Unidad	%	Unidad	%
Petróleo crudo																
Líquidos de gas																
Natural																
Gas natural																
Carbón mineral																
Nuclear																
Hidroenergía																
Geotermia																
Eólica																
Solar																
Leña																
Productos de caña																
Otra biomasa																
Otras primarias																
Electricidad																
GLP																
Gasolina																
Kerosene y Jet Fuel																
Diesel oil																
Fuel oil																
Gas de refinería																
Coque de petróleo																
Otros productos de petróleo y gas																
Coque de carbón mineral																
Gases industriales																
Otros productos de fuentes minerales																
Carbón vegetal																
Etanol																
Biodiesel																
Biogas																
Otras fuentes secundarias																
No energético																
Total																
Consumo Intermedio (Producción de formas útiles)																
Eficiencia de Uso																
Consumo Útil																
Pérdidas																

La planilla auxiliar no es otra cosa que la misma de la parte derecha de la tabla anterior (a partir de la columna de consumo final por fuentes) para cada subsector.

Tabla 59. Planilla Auxiliar.

PRESENTACION DE LOS BALANES ENERGÉTICOS DESAGREGADOS PARA EL SECTOR COMERCIAL, SERVICIOS Y PÚBLICO												
FUENTES		PRIMARIAS						SECUNDARIAS				
CONSUMO FINAL												
Subsectores (8)	Calefacción											
	Aire Acondicionado / ventilación											
	Cocción											
	Calentamiento de agua											
	Refrigeración											
	Fuerza motriz											
	Iluminación											
	Otros Usos											
Consumo Final Total	Calefacción											
	Aire Acondicionado / ventilación											
	Cocción											
	Calentamiento de agua											
	Refrigeración											
	Fuerza motriz											
	Iluminación											
	Otros Usos											
Consumo Útil	Calefacción											
	Aire Acondicionado / ventilación											
	Cocción											
	Calentamiento de agua											
	Refrigeración											
	Fuerza motriz											
	Iluminación											
	Otros Usos											
Eficiencia Promedio	Calefacción											
	Aire Acondicionado / ventilación											
	Cocción											
	Calentamiento de agua											
	Refrigeración											
	Fuerza motriz											
	Iluminación											
	Otros Usos											

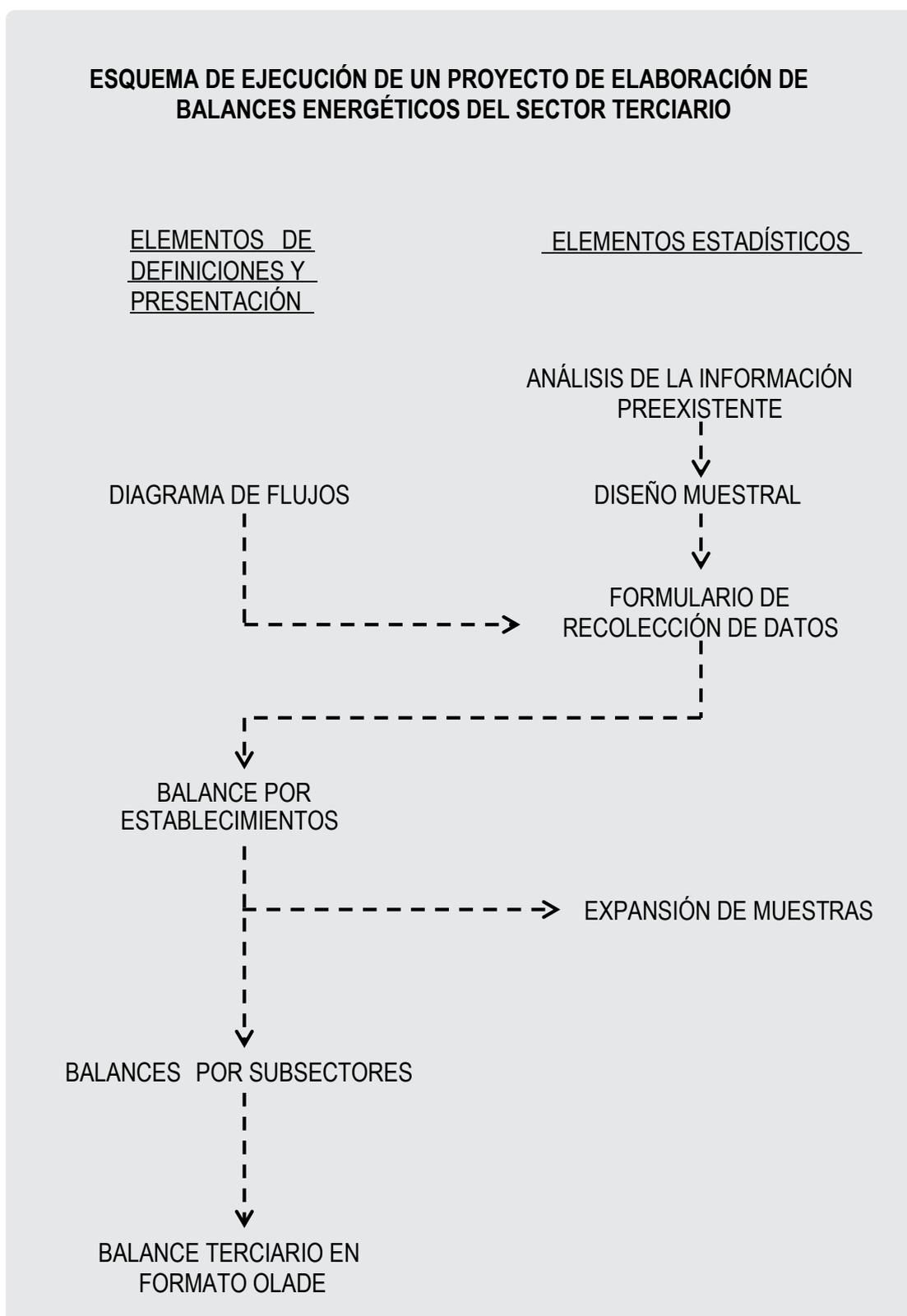
Serán entonces 8 planillas (subsectores) para cada país que formarán parte de sus propios BEEU, las cuales tienen el carácter de orientativas y referenciales.

Las fuentes de energía primaria y secundaria son:

Fuentes de energía primaria												
Hidrocarburos Primarios			Fuentes Minerales		Energía Directa				Biomasa		Otras Fuentes Primarias	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Petróleo crudo	Líquidos de gas Natural	Gas natural	Carbón mineral	Nuclear	Hidroenergía	Geotermia	Eólica	Solar	Leña	Productos de caña	Otra biomasa	

Fuentes de energía secundaria																	
Productos de petróleo y gas natural								Productos de fuentes minerales				Productos de biomasa					
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Electricidad	GLP	Gasolina	Kerosene y Jet Fuel	Diesel oil	Fuel oil	Gas de refinería	Coque de petróleo	Otros productos de petróleo y gas	Coque de carbón mineral	Gases industriales	Otros productos de fuentes minerales	Carbón vegetal	Etanol	Biodiesel	Biogás	Otras fuentes secundarias	No energético

En la Figura a continuación se esquematizan las relaciones entre los principales componentes de un proyecto para construir BEEU desagregados del sector Terciario.



## 5.5 CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para desarrollar la metodología propuesta que culmina con la elaboración de los BEEU, se requiere capturar la información en el sector comercial, servicios y público. En tal sentido se debe recurrir a los métodos de captura de la información descritos en el documento base, es decir, utilizar información secundaria, realizar encuestas, elaborar modelos y hacer mediciones.

Acorde con lo descrito en el numeral 4.4 para poder separar los consumos por usos dentro de cada fuente se requieren mediciones y laboratorio además de la información sobre tenencia de aparatos y su régimen de uso.

Tanto las mediciones como la otra información requieren diseño de muestras y realización de encuestas, para lo cual existen dos recomendaciones importantes, la primera es para asegurar la calidad de los resultados es definitivo que el proyecto cuente con la asesoría de un estadístico, ojalá con experiencia en el país en cuestión y además que se observen los métodos y submuestras de otros procesos de relevamiento de información a nivel oficial local. La segunda es la necesidad de hacer un estudio previo del universo a ser encuestado, analizado o medido. Otras particularidades del sector tienen que ver con el hecho de que la unidad de estudio son los establecimientos, en este caso, centros comerciales, colegios, hospitales, oficinas gubernamentales etc, cuyo consumo de energía es variable, dependiendo de la época del año o en día hábil o feriado.

El consumo de energía de un establecimiento está determinado por el inventario de equipos y por su régimen de operación.

Experiencias anteriores en varios países muestran que en este caso la mejor manera de obtener la información requerida es por medio de visitas técnicas (con recorrido de las diferentes instalaciones) y por parte de ingenieros con experiencia capaces de interactuar con los encargados del mantenimiento y así poder llenar un formato de encuesta (más que encuesta es entrevista personal), la razón de ello es que los establecimientos manejan inventario de bienes, más que inventario de equipos con características de consumo de energía. Entonces en los casos en que no se disponga de la información solicitada previamente, el ingeniero visitante debe ser capaz de completar los inventarios durante la visita y solicitar los consumos de combustibles y de otros energéticos.

### 5.5.1 Estudio previo del Universo

Las fuentes de conocimientos sobre el universo, varían de país a país y de región a región, pero se pueden agrupar en tres categorías distintas:

- Fuentes Generales.
- Fuentes de información energética.
- Fuentes de información de equipos.
- **Fuentes Generales**

La fuente más importante de información la constituye el censo de establecimientos del sector comercial, servicios y público que se realiza en casi todos los países cada diez años. El censo, ofrece información sobre el número de establecimientos en cada subsector, ventas, número de empleados, activos y otros. Además del censo, pueden existir encuestas específicas por subsectores, hospitales, colegios, que son indispensables para la obtención de un mejor conocimiento del universo. Encuestas locales por muestra, que en general son realizadas por las autoridades locales, como prefecturas, entidades regionales y organizaciones de desarrollo y pueden ofrecer datos detallados sobre determinadas regiones.

- **Fuentes de Información Energética**

Para las fuentes de energía comerciales en general, son publicados los BEEF anuales por los ministerios o secretarías responsables (de acuerdo con el país: Minas y Energía, Energía, Industria y Comercio). Los datos para este sector por lo general están disponibles con diferentes niveles de agregación territorial o por fuentes, en este caso lo más común es agregado en residencial, comercial y público. De tal manera que para poderlo desagregar tendríamos que conocer aparte el consumo del sector residencial para restarlo.

Las empresas distribuidoras de energía eléctrica y de derivados de petróleo, sean éstas públicas o particulares, pueden suministrar los datos del consumo del sector, con posibilidad en algunos países de tenerla por subsectores. Además, en algunos subsectores como hospitales, educación pública y sector financiero, existen reportes especiales sobre las características del sector incluido el consumo de energía.

- **Fuentes de Información sobre Equipos**

El consumo de energía en este sector depende en gran medida de los equipos utilizados. El conocimiento de la disponibilidad y de la calidad de los equipos utilizados en el país es esencial para permitir una primera imagen del país y para facilitar la elaboración de la ficha respectiva. La búsqueda de la información sobre inventario de aparatos usados en los subsectores puede dividirse en dos partes: Número de aparatos y características del consumo.

Del punto de vista cuantitativo, es posible recorrer las estadísticas de producción o de importación disponibles de las entidades públicas y organismos comerciales. También, las empresas comercializadoras disponen de encuestas de mercado y perfiles de consumidores. Estas encuestas, pueden permitir la construcción de perfiles de establecimientos y tipificar los inventarios de equipos de aire acondicionado, de calefacción, de refrigeración, cuartos fríos, otros equipos de refrigeración comerciales (vitrinas refrigeradas, etc.) de acuerdo con el tipo de establecimiento, en cada uno de los 8 subsectores que permitan algunas hipótesis sobre consumo de energía de los mismos.

En los países en donde está operando la etiqueta energética, se conocen los rangos de consumo por cada categoría y para cada equipo en el mercado y que opere con electricidad o algún combustible. Estos equipos son medidos y certificados en laboratorios especializados.

En síntesis, el diagnóstico de la información en el sector puede revelar tres variantes:

- No se conoce el consumo energético por subsector pero si el del sector
- Se conoce el consumo de energía eléctrica abastecida por el servicio público, pero no el consumo de combustibles u otros energéticos para cada subsector.
- Se conoce el consumo energético por subsector.

El caso más común en los países latinoamericanos es el primero y el segundo.

El segundo caso implica la existencia de registros de consumo de energía eléctrica facturada a cada subsector, conjuntamente con informaciones de venta de combustibles efectuadas a ciertos establecimientos del sector, esta información resulta muy valiosa para el diseño de la muestra, sobre todo para la energía eléctrica que constituye el elemento de control para la expansión de la muestra sobre usos energéticos.

### 5.5.2 Pautas de Diseño Muestral

El diseño de la muestra de consumos por usos se basa en el supuesto que se conoce el consumo energético por subsectores y que se dispone del número de establecimientos en cada subsector, conjuntamente con las variables económicas, valor agregado, número de empleados, ventas, etc.

Ahora bien, teniendo en cuenta que la desagregación del sector se ha realizado en 8 subsectores que presentan alguna homogeneidad en sus consumos y que existen algunos establecimientos grandes que concentran los consumos, se propone realizar un muestreo estratificado.

Para la conformación de los estratos se requiere una variable correlacionada con el consumo de energía, esta variable en este sector puede ser el número de empleados o el área del establecimiento o las ventas, sin embargo, la primera parece la más indicada por estar disponible y representar muy bien el consumo de energía. Existen otras variables dependiendo del sector que podrían ser útiles a la hora de la expansión de los resultados, por ejemplo, el número de camas en un hospital, o el número de habitaciones en un hotel etc.

Una vez que se ha elegido la variable correlacionada, hay que definir los intervalos de corte para formar los estratos, o sea; cuáles serán los rangos de agrupación de los establecimientos según esa variable. Es muy difícil proporcionar un mecanismo general para efectuar los cortes y es mejor tratar el problema como un estudio de caso. Por ejemplo, si alguna información muestra que los establecimientos que tienen más de 200 (400, 600) empleados representan el 60% u 70% del valor agregado del sector o de las ventas, se define ese grupo como ESTRATO SUPERIOR y es de inclusión forzosa en la muestra; los otros estratos resultan más o menos arbitrariamente de acuerdo con la participación implícita de la variable, por ejemplo: 200-150 empleados, 150-100, 100-50, menos de 50. Conviene definir establecimientos grandes, medianos y pequeños o micros si es del caso, porque ya con esta subdivisión en 8 subsectores resultas 24 a 32 subpoblaciones. En la eventualidad de que no se conozcan los consumos subsectoriales, se requiere tomar muestras aleatorias simples en las 24 o 32 subpoblaciones con el fin de determinar los consumos medios de los energéticos y sus varianzas. Si estas no resultan satisfactorias, entonces se debe aumentar el tamaño de muestra o estratificar de otra forma.

### 5.5.3 Formato de encuesta

Como la unidad de información son los establecimientos en cada subsector y lo que se quiere es conseguir información sobre los consumos de energía en los respectivos usos se prefiere la técnica de construir un formulario por secciones, en donde cada sección se especializa en el registro de los distintos usos de la energía en cada establecimiento.

El contenido del formulario a utilizar en cada país, debe decidirse después de conocer la situación particular del mismo, no obstante, es posible determinar un contenido de referencia tal como el que se muestra en las Tablas 6 a la 11, en las que se han incluido secciones desde la A y hasta la J, así:

- **Sección A:** Datos específicos del establecimiento. (Tabla 60)
- **Sección B:** Iluminación. (Tabla 61)
- **Sección C:** Conservación de alimentos (refrigeración). (Tabla 62)
- **Sección D:** Acondicionamiento de espacios (ventilación, aire acondicionado). (Tabla 62)
- **Sección E:** Fuerza motriz. (Tabla 63)
- **Sección F:** Calor directo y calor de proceso. (Tabla 63)
- **Sección G:** Equipos de oficina. (Tabla 64)
- **Sección H:** Otros equipos. (Tabla 64)
- **Sección I:** Combustibles utilizados. (Tabla 64 y Tabla 65)
- **Sección J:** Factura de energía eléctrica. (Tabla 65)

**Tabla 60 .Sección A Datos específicos del establecimiento**

ENCUESTA NACIONAL A SECTORES DE CONSUMO FINAL DE ENERGÍA  
ENCUESTA COMERCIAL, SERVICIOS, PÚBLICO

**A1. IDENTIFICACIÓN GEOGRÁFICA**

RAZÓN SOCIAL DEL ESTABLECIMIENTO \_\_\_\_\_  
 NÚMERO DEL ESTABLECIMIENTO \_\_\_\_\_  
 PROVINCIA \_\_\_\_\_  
 MUNICIPIO \_\_\_\_\_  
 BARRIO O PARAJE \_\_\_\_\_  
 DIRECCIÓN \_\_\_\_\_  
 NOMBRE DEL ENCUESTADO \_\_\_\_\_ TELEF. \_\_\_\_\_


**A2. IDENTIFICACIÓN MUESTRAL**

Comercio al por mayor y menor			
Hoteles y Restaurantes			
Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias, servicios a las empresas			
Administración pública, defensa y Educación			
Salud Pública y asistencia social			
Agua y residuos, alumbrado público			
Otros servicios, actividades de transporte, comunicaciones, etc.			
Entretenimiento			
Gobierno			
Otros Especifique			

Pequeño (Entre 1 y 9 Empleados)			
Mediano (Entre 10 y 49 Empleados)			
Grande (Más de 50 empleados)			

Número de empleados	
---------------------	--

**VISITA FINAL**

NOMBRE DE/LA ENTREVISTADOR \_\_\_\_\_  
 CODIGO 

--	--	--

DÍA ..... 

--	--

  
 MES ..... 

--	--

  
 AÑO ..... 

2	0	1	6
---	---	---	---

  
 RESULTADO 

--	--

CÓDIGOS DE RESULTADO:

- 01 ENTREVISTA COMPLETA
- 02 AUSENTE
- 03 RESPONDIDA PARCIAL
- 04 RECHAZADA

NOMBRE	SUPERVISORA	CRITICADO/DIGITADO EN EL CAMPO POR:								
	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>				<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>					
FECHA	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>				<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>					



Tabla 62. Secciones C y D Refrigeración y climatización

C. REFRIGERACIÓN										
C1. ¿En su establecimiento cuentan con equipos de		Sí. Continúe								
		No. Pase a a pregunta D1								
TIPO de ARTEFACTO		CANTIDAD (N°)	Capacidad (Pies cúbicos)					Antigüedad		
Nevera										
Freezer Horizontal 1 puerta										
Freezer Horizontal 2 puertas										
Freezer Vertical 1 puerta										
Freezer Vertical 2 puertas										
Botellero 1 puertas										
Botellero 2 puertas										
Botellero 3 puertas										
Cuarto frío de refrigeración										
Cuarto frío de congelación										
Vitrina exhibidora refrigerada										
Rack de refrigeración										
Nevera a GLP										
Bebedero de agua (5 galones)										
Otro										
Otro										
Otro										
Otro										
D. ACONDICIONAMIENTO DE ESPACIOS										
D1. ¿En su establecimiento cuentan con equipos de					Sí. Continúe					
ACONDICIONAMIENTO DE ESPACIOS					No. Pase a a pregunta E1					
Tipo de equipo	Cantidad	Capacidad BTU/ h							Horas totales de uso diario	
		9,000	12,000	18,000	24,000	36,000	60,000	Otro (Especifique)		
Abanico	Pedestal									
	Techo									
	Mesa									
	Pared									
Aire acondicionado	Ventana									
	Split Tradicional									
	Split Inverter									
	Central (Pregunta D2)									
D2. Si su establecimiento cuentan con Sistema de Aire Acondicionado Central										
Datos del sistema de aire central	Capacidad Toneladas de Refrigeración	Refrigerado			Distribucion		Antigüedad	Horas totales de uso diario		
		aire	agua	Otro: especifique	kW bomba de agua	kW del ventilador				
Equipo 1										
Equipo 2										
Equipo 3										

Tabla 63. Secciones E y F, Fuerza motriz, calor directo y de proceso

## E. FUERZA MOTRIZ

E1. ¿Cuáles equipos de Fuerza Motriz usted UTILIZA A DIARIO? Si no utiliza pasa a la pregunta F1

TIPO de ARTEFACTO	Cantidad	CAPACIDAD o POTENCIA		TIEMPO de USO en horas día
		Capacidad	Unidad	
Escaleras eléctricas				
Ascensor				
Extractores				
Bombas de agua				
Motores				
Máquina de coser				
Otro (Especificar)				

## F. CALOR DIRECTO Y CALOR DE PROCESO

F1. ¿En su establecimiento qué tipo de equipos de calor directo e indirecto?

Tipo de EQUIPO	Número	Capacidad	Cantidad							
			Lavandería		Cocinas		Bares y restaurantes		Áreas comunes	
			Número	Horas de uso promedio	Número	Horas de uso Total	Número	Horas de uso Total	Número	Horas de uso Total
Calentador de Agua GLP		Galones								
Calentador de Agua Eléctrico		kW								
Caldera a Fueloil		BHP								
Caldera a GLP		BHP								
Calentador Solar		m <sup>2</sup>								
Lavadora de ropa a vapor		Libras								
Secadora de ropa a GLP		Libras								
Secadora de ropa eléctrica		Libras								
Plancha a vapor										
Máquina de café		kW								
Hornos microondas		kW								
Estufa a gas		# Hornillas								
Estufa eléctrica		# Hornillas								
Horno GLP										
Horno GLP										
Marmita a vapor										
Equipos de cocina a leña										
Equipos de cocción a carbón										
Equipos cocción										
Equipos cocción										
Equipos cocción										
Equipos cocción										



Tabla 65. Secciones I continuación, J, Factura de electricidad

I5. Indique las características de su planta propia.

TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO	POTENCIA (kW)	Frecuencia de uso			Horas de uso
		Semanal	Mensual	Esporádico	
GASOLINA					
DIESEL OIL					
OTRO especifique					

I6. ¿Usted tiene Paneles solares para generación eléctrica	Sí. Continúe.	
	No. Pase a la pregunta I10	

¿Por qué tiene paneles solares?			
Tarifa Alta	Cortes	Variaciones de Voltaje	Otros

I7. Indique las características de su panel solar.

POTENCIA (Watts)	¿Tiene batería de acumulación para su panel?		Capacidad Batería (Amp-h)	Costo de adquisición
	Sí	No (Pase a costo adquisición)		

I8. ¿Usted tiene Inversores para generación eléctrica	Sí. Continúe	
	NO Pase a J1	

POTENCIA (kW)	Frecuencia de uso			Horas de uso a la semana	Costo de adquisición aproximado
	Diario	Semanal	Mensual		

## J. FACTURA DE ELECTRICIDAD

J1. Indique el tipo de tarifa

BT1		MTD 1	
BT2		MTD 2	
BTH		MTH	

J2. Anote de la factura de Electricidad el consumo mensual (kWh) del año 2016.

MES	CONSUMO kWh/ mes			
	Medidor 1		Medidor 2	
	\$	kWh	\$	kWh
Valor MÍNIMO pagado en el año 2016				
Valor MÁXIMO pagado en el año 2016				
Promedio mensual				

SECCION K: Indique la participación en % por cada uno de los usos y las eficiencias en cada uno si se conocen

Usos	Iluminación		Cocción		Refrigeración		Aire Acondicionado		Calefacción		Agua caliente		Otros	
	%	η %	%	η %	%	η %	%	η %	%	η %	%	η %	%	η %
Energéticos														
Energía Eléctrica														
GLP														
Gas Natural														
Otros combustibles														

## 5.6 APLICACIÓN: CASO PARAGUAY

A manera de ejemplo de aplicación de la metodología descrita, tomamos el ejemplo de Paraguay en el BEEU del año 2011.

Como marco muestral del sector Comercial, Servicios y Público se utilizó el Censo Económico Nacional 2011 (CEN). Para el sector público (en sus actividades de enseñanza, salud y administración pública y defensa) se utilizó la nómina de hospitales y centros de salud públicos otorgada por el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, el registro de establecimientos educativos públicos provisto por el Ministerio de Educación y Cultura y bases de datos de consumo eléctrico de ANDE.

El marco muestral asociado a las ramas que surgieron del CEN 2011 se trabajó primero agrupando las ramas según su actividad CIU, luego regionalizando geográficamente en Área Metropolitana (Asunción y departamentos Central completo) y Resto del País; y finalmente estratificando por tamaño. Según se muestra en la Tabla 66.

**Tabla 66. Subsectores considerados en Paraguay**

Rama	Sub-sector	Actividades CIU comprendidas
1	Comercio	45, 46 y 47
2	Hoteles y Restaurantes	55 y 56
3	Enseñanza	85
4	Salud y Asistencia Social	86, 87 y 88
5	Administración pública y defensa	No Aplica
6	Correo, Telecomunicaciones, Agua y Residuos	36, 37, 38, 53 y 61
7	Otros Servicios	Restantes entre la 52 y 96
8	Alumbrado Público	No Aplica

Fuente: BEEU de Paraguay 2011.

La variable usada para aproximar el consumo energético y para la estratificación por tamaño fue la cantidad de personas ocupadas por establecimiento.

Luego de definir los establecimientos asociados a cada subsector a considerar se realizó una estratificación por tamaño, que se estableció siguiendo los criterios de la DGEEC, con el agregado de un módulo adicional de tamaño menor, el "Micro" emprendimiento. La estratificación por tamaño correspondió a los siguientes cortes:

- Grandes: más de 50 empleados.
- Medianos: más de 10 y menor o igual que 50.
- Pequeños: más de 3 y menor o igual que 10.

Adicionalmente se separaron de la base de datos para definir el marco muestral los 100 establecimientos mayores, para asegurar que esos serían encuestados, independientemente del sorteo. Los 100 establecimientos mayores representan menos del 0,05% del total de los establecimientos, pero explican el 7,5% del personal ocupado.

El error a nivel subsector se fijó en 10%, pero tanto en los subsectores 1 como 7, por su relevancia en la participación sobre el total sectorial, se fijó el error en 5% y 8% respectivamente. La muestra total, para esta porción del sector Comercial, Servicios y Público fue de 1.195 encuestas. A estas encuestas, se agregaron las correspondientes a los establecimientos públicos de Enseñanza y Salud y las de Administración Pública y Defensa.

Los establecimientos públicos de Educación y Salud se trataron con un criterio diferente, pues se aproximó el consumo energético a relevar a partir de la matrícula de inscriptos por establecimiento y la cantidad de camas respectivamente. Con estas variables de representación, se estratificaron las bases de datos y se construyó la estadística para determinar la muestra. El tamaño de muestra del subsector educación pública fue de 55 establecimientos, el de salud pública 33 y el de administración pública y defensa fue de 75. En total se realizaron 1.358 encuestas en el sector.

Finalmente, en el Alumbrado Público no se realizarán encuestas, se obtuvieron los consumos a partir de los registros de ANDE.

## 5.6.1 Resultados para el sector

La Tabla 67 relaciona el consumo de energía neta por fuentes y usos para el BEEU 2011.

**Tabla 67. Consumo de energía neta (en tep) por fuentes y usos Sector Comercial, servicios y público**

Usos	GL	MN	DO	LE	CV	EE	Total
Iluminación						45,010	45,010
Cocción	4,226			1,813	2,826	5,006	13,872
Calentamiento de Agua	358			286		11,970	12,615
Calefacción				11		15,760	15,771
Conservación de Alimentos						43,771	43,771
Refrigeración y Ventilación						65,531	65,531
Bombeo de Agua						9,933	9,933
Fuerza Motriz						4,780	4,780
Otros Artefactos	25	46	3	264		26,660	26,998
Transporte Interno	79	19	277			17	392
<b>TOTAL</b>	<b>4,688</b>	<b>65</b>	<b>280</b>	<b>2,375</b>	<b>2,826</b>	<b>228,439</b>	<b>238,674</b>

Fuente: BEEU Paraguay 2011

La Tabla 68 a continuación relaciona los consumos de energía útil por fuentes y usos

**Tabla 68. Consumo de energía útil por fuentes y usos todo el sector.**

Usos	GL	MN	DO	LE	CV	EE	Total
Iluminación						8,445	8,445
Cocción	1,902			275	330	4,073	6,580
Calentamiento de Agua	168			188,6		9,209	9,566
Calefacción				2		13,125	13,128
Conservación de Alimentos						33,671	33,671
Refrigeración y Ventilación						52,424	52,424
Bombeo de Agua						8,046	8,046
Fuerza Motriz						3,557	3,557
Otros Artefactos	12	8	0,8	79		22,436	22,536
Transporte Interno	14	3,4	66			12	97
<b>TOTAL</b>	<b>2,096</b>	<b>12</b>	<b>67</b>	<b>545</b>	<b>330</b>	<b>154,999</b>	<b>158,049</b>

Fuente: BEEU Paraguay 2011

El rendimiento promedio del sector fue de 66,2 %.

Los rendimientos adoptados son valores estándares considerando rendimientos de tablas de fabricantes y de estudios técnicos y teniendo en cuenta el parque medio de cada tipo de artefacto. O sea, dichos rendimientos no surgen de mediciones ni de estudios específicos de eficiencia energética.

La Tabla 69 relaciona los rendimientos promedio por fuente y por usos

Tabla 69. Rendimientos de utilización en porcentaje (%)

Usos	GL	MN	DO	LE	CV	EE	Total
Iluminación						18,8	18,8
Cocción	45,0			15,2	11,7	81,4	47,4
Calentamiento de Agua	46,9			65,9		76,9	75,8
Calefacción				20,0		83,3	83,2
Conservación de Alimentos						76,9	76,9
Refrigeración y Ventilación						80,0	80,0
Bombeo de Agua						81,0	81,0
Fuerza Motriz						74,4	74,4
Otros Artefactos	47,9	18,0	24,0	30,0		84,2	83,5
Transporte Interno	18,0	18,0	24,0			75,0	24,7
<b>TOTAL</b>	<b>44,7</b>	<b>18,0</b>	<b>24,0</b>	<b>23,0</b>	<b>11,7</b>	<b>67,9</b>	<b>66,2</b>

Fuente: BEEU Paraguay 2011

El consumo de energía neta por subsectores se muestra en la Tabla 70.

Tabla 70. Consumo de energía neta por subsectores

Subsectores	GL	MN	DO	LE	CV	EE	Total
Comercio Mayorista y Minorista	1.506	15	226	920	447	98.720	101.834
Hoteles y Restaurantes	2.556	13		755	2.371	44.226	49.921
Enseñanza	110	10	24	1		13.799	13.944
Salud y Asistencia Social	185	10	30	13		11.903	12.142
Adm. Pública y Defensa	148	0		687		6.764	7.600
Agua y Saneamiento	2					7.040	7.042
Otros Servicios	181	15			8	31.391	31.596
Alumbrado Público						14.596	14.596
<b>TOTAL</b>	<b>4.688</b>	<b>65</b>	<b>280</b>	<b>2.375</b>	<b>2.826</b>	<b>228.439</b>	<b>238.674</b>

Fuente: BEEU Paraguay 2011

Los dos subsectores más importantes son comercio y hoteles y restaurantes. La Tabla 71 y Tabla 72 muestran los rendimientos y la energía neta en cada subsector

Tabla 71. Consumo de energía neta (Tep) por fuentes y usos en el subsector comercio mayorista y minorista

Usos	GL	MN	DO	LE	CV	EE	Total
Iluminación						14.673	14.673
Cocción	1.323			656	447	1.582	4.008
Calentamiento de Agua	167					663	830
Calefacción						5.262	5.262
Conservación de Alimentos						31.305	31.305
Refrigeración y Ventilación						31.577	31.577
Bombeo de Agua						744	744
Fuerza Motriz						1.903	1.903
Otros Artefactos				264		10.995	11.259
Transporte Interno	15	15	226			17	273
<b>TOTAL</b>	<b>1.506</b>	<b>15</b>	<b>226</b>	<b>920</b>	<b>447</b>	<b>98.720</b>	<b>101.834</b>

Fuente: BEEU Paraguay 2011

Tabla 72. Rendimientos por fuentes y usos en el subsector comercio

Usos	GL	MN	DO	LE	CV	EE	Total
Iluminación						19,8	19,8
Cocción	45,0			11,5	10,0	81,8	50,2
Calentamiento de Agua	45,0					82,8	75,2
Calefacción						81,8	81,8
Conservación de Alimentos						77,1	77,1
Refrigeración y Ventilación						81,0	81,0
Bombeo de Agua						81,0	81,0
Fuerza Motriz						72,0	72,0
Otros Artefactos				30,0		84,4	83,1
Transporte Interno	18,0	18,0	24,0			75,0	26,4
<b>TOTAL</b>	<b>44,7</b>	<b>18,0</b>	<b>24,0</b>	<b>16,8</b>	<b>10,0</b>	<b>70,9</b>	<b>69,7</b>

Fuente: BEEU Paraguay 2011

Tabla 73. Consumo de energía neta (Tep) por fuentes y usos en el subsector Hoteles y Restaurantes.

Usos	GL	MN	DO	LE	CV	EE	Total
Iluminación						3.416	3.416
Cocción	2.460			703	2.371	1.652	7.187
Calentamiento de Agua	97			40		8.993	9.130
Calefacción				11		4.491	4.502
Conservación de Alimentos						9.168	9.168
Refrigeración y Ventilación						11.367	11.367
Bombeo de Agua						306	306
Fuerza Motriz						863	863
Otros Artefactos		13				3.969	3.983
Transporte Interno							
<b>TOTAL</b>	<b>2.556</b>	<b>13</b>		<b>755</b>	<b>2.371</b>	<b>44.226</b>	<b>49.921</b>

Fuente: BEEU Paraguay 2011

Tabla 74. Rendimientos por fuentes y usos en el subsector Hoteles y Restaurantes

Usos	GL	MN	DO	LE	CV	EE	Total
Iluminación						15,1	15,1
Cocción	45,0			15,5	12,0	81,3	39,6
Calentamiento de Agua	45,0			10,0		75,5	74,9
Calefacción				20,0		83,6	83,4
Conservación de Alimentos						76,0	76,0
Refrigeración y Ventilación						78,8	78,8
Bombeo de Agua						81,0	81,0
Fuerza Motriz						80,0	80,0
Otros Artefactos		18,0				81,1	80,9
Transporte Interno							
<b>TOTAL</b>	<b>45,0</b>	<b>18,0</b>		<b>15,3</b>	<b>12,0</b>	<b>73,4</b>	<b>68,2</b>

Fuente: BEEU Paraguay 2011



# CAPÍTULO VI

---

Sector Agro  
Minería y Pesca

## 6. SECTOR AGRO MINERÍA Y PESCA

### 6.1 DESAGREGACIÓN POR SUBSECTORES

Este sector agrupa las actividades relacionadas a la producción primaria correspondientes a las grandes divisiones del Código CIIU Rev 4 de las Secciones A y B. Así:

- Sección A: Agricultura, ganadería silvicultura y pesca códigos 01, 02 y 03.
- Sección B: Extracción de minerales metalíferos, explotación de otras minas y canteras y actividades de servicios de apoyo para la explotación de minas y canteras, 07, 08 y 09. Quedan excluidas las actividades 05 y 06 de la sección B que corresponden a la minería del carbón, petróleo y gas que se incluyen en el sector de consumo propio. Igual que en el sector industrial se debe hacer una depuración de ciertas actividades, de un lado solo se incluirán los contenidos directos de energía, es decir, no se incluyen los contenidos energéticos de los insumos, equipos y materiales utilizados en las unidades de explotación por estar contabilizados en el sector industrial, por ejemplo, no se incluirá el contenido energético de los fertilizantes inorgánicos incorporados al agro, ni los explosivos utilizados en la minería. Este sector es conflictivo en lo que respecta a la asignación de consumos energéticos entre sectores, ya que la información no está del todo separada, por ejemplo los complejos minero metalúrgicos, extracción de madera combinada con fabricación de pulpa de papel, captura de peces e industria pesquera, por lo tanto el establecimiento o la unidad del sector según la clase de actividad deben clasificarse en el grupo de la CIIU en donde están incluidos los bienes o servicios que constituyen la mayor parte de su producto bruto. Así por ejemplo un establecimiento que combine la tala de árboles con un aserradero se clasificará como aserradero y la cantera de arcilla combinada con una fábrica de ladrillos se clasificará como fábrica de ladrillos.

Según este criterio los consumos energéticos asociados a las actividades de los establecimientos que no pueden separarse:

- Agricultura de agroindustrias
- Pesca de industria pesquera
- Minería de metalurgia

Deben ser considerados en el subsector pertinente del sector industrial.

En síntesis, la Tabla 75 relaciona las actividades de cada subsector y su correspondencia con el \_CIIU Rev 4.

**Tabla 75. Subsectores y actividades.**

Grupos Balance	Correspondencia con el CIIU Rev 4	Denominación del subsector
1	1, 2	Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas, silvicultura y extracción de madera
2	3	Pesca y acuicultura
3	7, 8	Extracción de minerales metalíferos, explotación de otras minas y canteras y actividades de servicios de apoyo

Fuente:

En especial para el subsector 3 de minería deben tener en cuenta las siguientes observaciones:

- La explotación de minas y canteras incluyen la extracción, elaboración y beneficio de minerales, así como también las actividades complementarias (trituración, cribado, lixiviación, fusión, etc.) para preparar y beneficiar menas y otros minerales en bruto, que faciliten su posterior comercialización.

- En la actividad minera la etapa de extracción culmina con la obtención de la mena, La mena tratada en las plantas de beneficio permite obtener los concentrados, donde el porcentaje de mineral es aumentado en razones de concentración diferentes según el tratamiento posterior (metalurgia) que se realice.

Por otra parte, existen distintos tipos de establecimientos correspondientes a grandes establecimientos con procesos integrados de extracción, beneficio y metalurgia, medianos y pequeños establecimientos con los dos primeros procesos. Por lo tanto, para poder desagregar los consumos energéticos, además de los consumos del subsector se propone:

- Incluir la totalidad de los consumos energéticos de los complejos integrados
- Excluir la siderurgia
- Excluir la refinación, recuperación y fundición de metales, así como la producción de lingotes, barras, tochos, tubos, etc., los cuales están incluidos en el sector industrial.

## 6.2 DESAGREGACIÓN POR USOS

La desagregación del consumo energético en usos finales presenta características bien diferentes según el subsector, tecnología, equipo y fuente consumida que se trate. Por esa razón se discriminan los usos según el subsector así:

- **Subsector agricultura y silvicultura**
  - o Fuerza mecánica móvil (tractores y maquinaria agrícola)
  - o Fuerza mecánica fija (motores, motosierras etc.)
  - o Riego y bombeo de agua
  - o Transporte interno y fumigación
  - o Otros:
    - § Refrigeración
    - § Calor directo (calefacción, calentamiento de agua, secado)
    - § Iluminación
- **Subsector Pesca**
  - o Fuerza mecánica (guinches o grúas, molienda, sierras y otros motores)
  - o Transporte (desplazamientos desde y hasta los sitios de captura)
  - o Vapor (esterilización)
  - o Refrigeración
  - o Calor directo (calentamiento de agua, secado, cocción)
- **Subsector Minería**
  - o Fuerza mecánica (perforadoras, palas mecánicas, rastrillos, cintas transportadoras, etc)
  - o Transporte interno
  - o Bombeo
  - o Iluminación
  - o Ventilación
  - o Calor directo (secado, calentamiento de agua)

### 6.3 ENERGÍA FINAL, ENERGÍA ÚTIL Y EFICIENCIA

Al igual que se ha mencionado en la metodología de los sectores anteriores para cada uso en los tres subsectores el problema de la eficiencia, consiste en observar el proceso de consumo energético en dos etapas:

- La producción de vapor, calor, fuerza mecánica, etc., a partir de energéticos.
- El uso de vapor, calor, fuerza mecánica, etc., en los diferentes procesos de cada subsector.

Existe entonces, una EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN y luego una EFICIENCIA DE USO. El producto de ambas dará una eficiencia global o simplemente una eficiencia. Si se multiplica la energía por energético o demanda de energía final por esa eficiencia global, se obtiene la demanda de energía útil y la diferencia entre ambas serán las pérdidas.

Si sólo se conoce la primera de las eficiencias, o sea la de producción, al multiplicar por ella la demanda final, se obtiene la demanda útil a nivel de producción o demanda intermedia. Se puede decir que la energía final es la que se mide a la entrada del proceso y la energía útil a la salida del mismo. Ambas se pueden desagregar por subsectores, por productos y por usos.

El problema de la determinación de las eficiencias es que por lo general solo se conoce o se puede aproximar la primera, la eficiencia de producción, y esta se trabaja con eficiencias adoptadas provenientes de catálogos de fabricantes, lo cual ha venido estableciendo ciertos valores standard que se aplican con mayor o menor rigor en países diferentes. Se cree que esta aproximación es suficiente cuando la proyección de la demanda está enfocada a enfatizar los mecanismos de SUSTITUCIÓN de las diversas fuentes que compiten en un mercado de precios para producir las mismas cantidades de demanda intermedia. Bajo tales circunstancias, no interesa tanto el valor absoluto de las eficiencias, sino su valor relativo para reflejar el hecho de que una fuente es más o menos eficiente que otra en la satisfacción de necesidades para una tecnología dada.

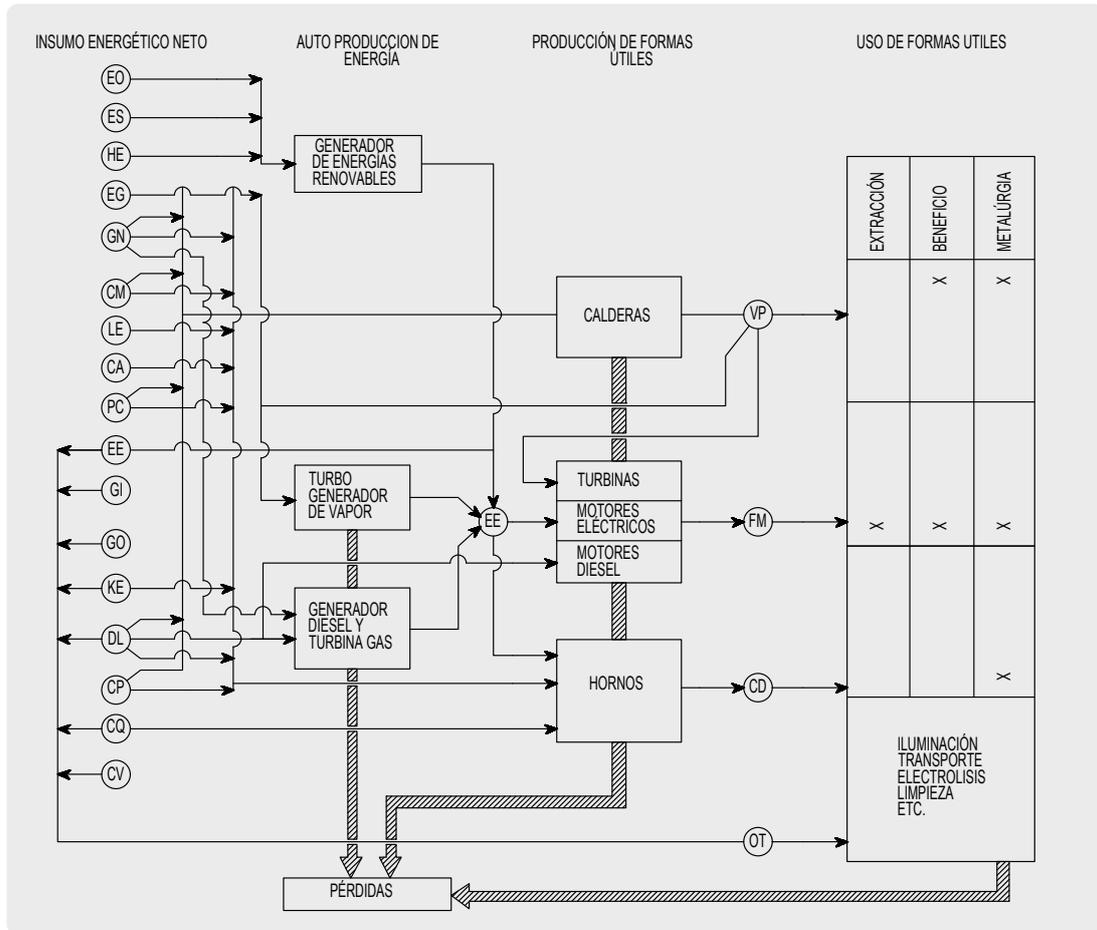
La segunda, la eficiencia de uso solo es posible conseguirla por medio de mediciones. La única manera de medir eficiencias de uso es mediante AUDITORÍAS ENERGÉTICAS. La eficiencia de uso en los procesos integrados de minería-metalurgia o en el de pesca – industria pesquera se determina por medio de auditorías energéticas muy similares a las realizadas en el sector industrial. También los usos de iluminación, calor directo, vapor, refrigeración y fuerza en los tres subsectores, ameritan un tratamiento similar al dado a estos en el sector industrial.

En el sector agropecuario y de silvicultura el principal consumidor de energía directa son los tractores y la maquinaria agrícola, ahora bien, sobre esta maquinaria se conocen los factores de eficiencia de producción dados por el fabricante y por las condiciones de edad y mantenimiento de las mismas. La eficiencia de uso es compleja y depende de muchos factores, tales como las condiciones del suelo (dureza, contenido de agua, densidad, etc) y condiciones del terreno (plano, inclinado, sinuoso, etc) del tipo de arado o de proceso a realizar, la profundidad de inserción de la herramienta en el suelo, del tamaño de las llantas y de su labrado etc, de tal forma que habría que investigar estas eficiencias de uso para cada tipo de terreno y maquinaria, sin embargo se pueden establecer algunos indicadores para cada tarea, tales como, litros de combustible por hectárea trabajada y tipificarlos se acuerdo al terreno y la extensión, de esa manera se pueden establecer unos estándares de comparación.

### 6.4 BEEU APLICADO A UNA UNIDAD DEL SECTOR

De los tres sectores analizados, el subsector Minería es el que mayores dificultades presenta en cuanto a la asignación de consumos, que luego se trasladaran al BEEU. Tanto este subsector como el de pesca-industria pesquera se pueden tratar de manera similar a como se trató una planta industrial, es decir, aplicando la técnica de los DIAGRAMAS DE FLUJO a las unidades respectivas siguiendo los lineamientos del principio de conservación de la energía (Ver Figura 23) tomamos como referencia el sector minero.

Figura 23. Balances energéticos en el subsector minero



Fuente: Metodología BEEU OLADE 1984 actualizado

EO	Energía Eólica	CA	Productos de Caña	FO	Fuel Oil
ES	Energía Solar	OB	Otras Biomosas	CO	Coque de carbón
HE	Hidroelectricidad	EE	Energía Eléctrica	CV	Carbón Vegetal
EG	Energía Geotérmica	GI	Gas Licuado de Petróleo	RC	Residuos de Calor
GN	Gas Natural	GM	Gasolina Motor	VP	Vapor
CM	Carbón Mineral	KL	Kerosene, Jet fuel	FM	Fuerza Mecánica
LE	Leña	DO	Diesel Oil	CD	Calor Directo
OT	Otros				

En términos generales, una unidad de extracción - beneficio y metalurgia cumple la doble función de comprar y producir energía bajo la forma de fuentes primarias y secundarias, las cuales son luego transformadas en las formas útiles tal como fueron definidas anteriormente (vapor, calor directo, fuerza mecánica y otros usos). La ENERGIA COMPRADA se desagrega por energético de acuerdo con aquellos presentados en la matriz del balance energético de energía neta BEF.

El concepto de INSUMO ENERGETICO NETO (IEN), responde a la energía que ingresa a la unidad desagregada por fuentes, sin que haya duplicación entre ellas. En muchos casos el IEN será igual a la energía comprada, pero para que el tratamiento resulte completamente general se deberá tener en cuenta que si la unidad vende energía, comúnmente electricidad y a veces vapor; estas ventas deberán ser deducidas de las compras. Al calcular el IEN en el caso particular de la electricidad, se puede obtener un input negativo cuando las ventas a otras plantas o a la red de servicio público se efectúan a partir de autoproducción.

Algunas unidades pueden disponer de generadores con energías renovables, hidráulicas, solares, geotérmicas, eólicos o biomasa. Si bien estas energías no se compran, deberían figurar como ingreso para que no se presente desbalance.

Existen establecimientos que producen sustancias con contenido energético como subproductos del proceso productivo, por ejemplo:

- El gas LD (Linz Donawitz Process) de la ferro-metalurgia.

Una vez que se ha identificado el IEN se deben conocer sus flujos para cada una de las fuentes (Ver Figura 23)

La energía que ingresa se puede usar en primera instancia para AUTOPRODUCCION DIRECTA de electricidad a través de los sistemas de energías renovables mencionadas o con grupos diesel, turbinas de gas o cualquier otro combustible. Estos combustibles se deben deducir y la electricidad respectiva debe ser añadida a compras.

El segundo empleo que puede darse al insumo es el de una AUTOPRODUCCION INDIRECTA de electricidad a través de vapor. La situación es un poco más complicada, puesto que el vapor proviene de un reciclo de la caldera para alimentar los turbogeneradores de vapor, de manera que habrá que hacer previamente el balance de la caldera que en esta lógica de flujos aparece después para poder expresar ese vapor en términos de los combustibles que lo producen, deduciéndolos del respectivo IEN y computando a la vez la electricidad auto producida como ingreso. Un tercer uso de los combustibles comprados como gasolina, diesel y GLP es el transporte que puede ser interno (montacargas y otros) o externo para camiones repartidores de mercancía en este último caso este consumo no corresponde a la industria sino a transporte y se debe deducir y contabilizar aparte.

El CONSUMO FINAL POR FUENTES se obtiene tomando el IEN y sumando o restando según corresponda los flujos de autoproducción directa e indirecta y el transporte externo.

Este consumo por fuente puede compararse ahora con el CONSUMO FINAL POR USOS.

Si se trata de electricidad, esta puede alimentar:

- Motores, molinos, trituradores, ventiladores, aire comprimido, iluminación u otros
- Hornos de resistencia y otros calefactores.

Si se trata de combustibles, estos pueden utilizarse en:

- Motores diesel, GLP, GN u otro
- Hornos
- Calderas y a su vez el vapor se puede reciclar en las
- Turbinas de vapor o bombas centrífugas para ser usado como fuerza mecánica.

El consumo final por fuentes y la suma del consumo final por usos debe estar balanceado y ser consistente, aunque no iguales por variación de inventarios o error estadístico.

El resumen de estas ideas se presenta en una única planilla (Tabla 76).

Tabla 76. Plantilla Resumen

Fuentes	Insumo Energético	Autoproducción Directa o través de Vapor	Uso en Transporte interno	Consumo Final por Fuentes	CONSUMO FINAL (Y EFICIENCIA) POR FUENTES Y USOS								
					Vapor Neto	Eficiencia %	Calor Directo	Eficiencia %	Fuerza Mecánica	Eficiencia %	Otros Usos	Eficiencia %	
Petróleo crudo													
Líquidos de gas Natural		(-)											
Gas natural		(-)											
Carbón mineral		(-)											
Nuclear													
Hidroenergía													
Geotermia													
Eólica													
Solar													
Leña		(-)											
Productos de caña		(-)											
Otra biomasa													
Otras primarias													
Electricidad		(+)											
GLP													
Gasolina													
Kerosene y Jet Fuel													
Diesel oil													
Fuel oil													
Gas de refinería													
Coque de petróleo													
Otros productos de petróleo y gas													
Coque de carbón mineral		(+)											
Gases industriales													
Otros productos de fuentes minerales													
Carbón vegetal													
Etanol													
Biodiesel													
Biogás													
Otras fuentes secundarias													
No energético													
Total													
Consumo Intermedio (Producción de formas útiles)													
Eficiencia de Uso													
Consumo Útil													
Pérdidas													

Se parte del insumo energético neto, el que, después de restarle o sumarle los flujos relativos a autoproducción y transporte da el consumo final. Este se desagrega por usos y se indica también la eficiencia de producción. En la parte inferior se calcula el consumo de energía útil intermedio como resultado de sumar los consumos útiles ponderados por sus respectivas eficiencias de producción. Luego se colocan las eficiencias de uso (si se conocen o se pueden estimar) y a partir de allí se calcula el consumo útil multiplicando el consumo útil intermedio por estas eficiencias. Finalmente se calcula las pérdidas como diferencia entre consumo final y útil.

## 6.5 EL BEEU APLICADO AL SECTOR AGRO, PESCA Y MINERÍA

Como se ha visto anteriormente, prácticamente todos los datos que conforman el BEEU de una unidad se pueden colocar bajo la forma de una tabla de doble entrada. En este numeral se mostrará cómo se puede presentar el BEEU de todo el sector de un país o una región.

En primer lugar, si se quieren visualizar todos los datos que lo componen, las desagregaciones propuestas imponen una tabla de 4 entradas:

- Una por subsectores
- Otra por usos
- Una por fuentes (según el balance OLADE, 21)
- Otra por tipo de consumo: final, útil, eficiencia y pérdidas.

Respetando el formato de presentación del balance de OLADE, es decir, el listado de los energéticos en las columnas se puede presentar el BEEU de la industria en dos planillas de doble entrada: una principal y una auxiliar (Ver Tabla 20 y Tabla 21).

En la planilla principal se registra con el máximo de detalle el consumo final y un resumen de datos para el consumo útil. La planilla auxiliar no es otra cosa que la misma de la parte derecha de la tabla anterior (a partir de la columna de consumo final por fuentes) para cada subsector.

Tabla 77. Planilla Principal

Fuentes	Insumo Energético	AUTO PRODUCCION		Uso en Transporte	Consumo Final por Fuentes	CONSUMO FINAL (Y EFICIENCIA) POR FUENTES Y USOS							
		Directa + COQ	Directa a través de Vapor			Vapor Neto	Eficiencia %	Calor Directo	Eficiencia %	Fuerza Mecánica	Eficiencia %	Otros Usos	Eficiencia %
Petróleo crudo													
Líquidos de gas Natural													
Gas natural													
Carbón mineral													
Nuclear													
Hydroenergía													
Geotermia													
Eólica													
Solar													
Leña													
Productos de caña													
Otra biomasa													
Otras primarias													
Electricidad													
GLP													
Gasolina													
Kerosene y Jet Fuel													
Diesel oil													
Fuel oil													
Gas de refinera													
Coque de petróleo													
Otros productos de petróleo y gas													
Coque de carbón mineral													
Gases industriales													
Otros productos de fuentes minerales													
Carbón vegetal													
Etanol													
Biodiesel													
Biogás													
Otras fuentes secundarias													
No energético													
Total													
Consumo Intermedio (Producción de formas útiles)													
Eficiencia de Uso													
Consumo Útil													
Pérdidas													

Tabla 78. Planilla Auxiliar

PRESENTACIÓN DE LOS BALANCES ENERGÉTICOS DESAGREGADOS PARA EL SECTOR AGRO, PESCA Y MINERÍA			
FUENTES		PRIMARIAS	SECUNDARIAS
CONSUMO FINAL			
Subsectores (3)	Vapor		
	Calor Directo		
	Fuerza Mecánica		
	Otros Usos		
Consumo Final Total	Vapor		
	Calor Directo		
	Fuerza Mecánica		
	Otros Usos		
Consumo Útil	Vapor		
	Calor Directo		
	Fuerza Mecánica		
	Otros Usos		
Eficiencia Promedio	Vapor		
	Calor Directo		
	Fuerza Mecánica		
	Otros Usos		

Estas planillas auxiliares representan la etapa final del procesamiento de datos de la encuesta del sector.  
Las fuentes de energía primaria y secundaria son:

Fuentes de energía primaria												
Hidrocarburos Primarios			Fuentes Minerales		Energía Directa				Biomasa			Otras Fuentes Primarias
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Petróleo crudo	Líquidos de gas Natural	Gas natural	Carbón mineral	Nuclear	Hidroenergía	Geotermia	Eólica	Solar	Leña	Productos de caña	Otra biomasa	

Fuentes de energía secundaria																	
Productos de petróleo y gas natural								Productos de fuentes minerales				Productos de biomasa					
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Electricidad	GLP	Gasolina	Kerosene y Jet Fuel	Diesel oil	Fuel oil	Gas de refinaria	Coque de petróleo	Otros productos de petróleo y gas	Coque de carbón mineral	Gases industriales	Otros productos de fuentes minerales	Carbón vegetal	Etanol	Biodiesel	Biogás	Otras fuentes secundarias	No energético

## 6.6 CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para desarrollar la metodología propuesta que culmina con la elaboración de los BEEU, se requiere capturar la información en el sector Agro, minería y pesca. En tal sentido se debe recurrir a los métodos de captura de la información descritos anteriormente, es decir, utilizar información secundaria, realizar encuestas, elaborar modelos y hacer mediciones.

Experiencias anteriores en varios países muestran que en este caso la mejor manera de obtener la información requerida es por medio de visitas técnicas (con recorrido de las unidades respectivas) y por parte de ingenieros con experiencia capaces de interactuar con los encargados del mantenimiento y así poder llenar un formato de encuesta (más que encuesta es entrevista personal).

### 6.6.1 Formatos de encuesta

o Subsector Agropecuario

**Tabla 79. Modulo I. Explotación Agropecuaria (Parte I)**

## MODULO I. EXPLOTACION AGROPECUARIA (Parte I)

**1. VOLUMEN DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

A) Último Período Agrícola (Año) \_\_\_\_\_

B) Fue normal desde el último período agrícola Si  No 

C) Si no fue normal (sequías, excesivas lluvias, carencia de mano de obras, etc.), indicar el período agrícola normal (Año) \_\_\_\_\_

D) Indicar la superficie sembrada, cultivada y cosechada, para el último período agrícola, o el período agrícola normal, si el último período agrícola no fue normal.

Datos del cuadro que sigue referidos a:

\*Último Período \_\_\_\_\_

\*Período Normal \_\_\_\_\_

Período Agrícola	Cultivo	Superficie Sembrada		Superficie Cultivada		Superficie Cosechada		Volumen de Producción	
		Uni.	Cant.	Uni.	Cant.	Uni.	Cant.	Uni.	Cant.
Año de la encuesta _____ (*)									
Total									
Año normal _____ (*)									
Total									

Tabla 80. Modulo I. Explotación Agropecuaria (Parte II)

## MÓDULO I. EXPLOTACIÓN AGROPECUARIA (Parte II)

## 2. ACTIVIDAD GANADERA

A) ¿Existe, en la explotación, actividad ganadera? Si  No

(Seguir con la encuesta solo si la respuesta es si)

B) Indicar si el último año fue normal o no, desde el punto de vista de la producción ganadera

Último año normal \_\_\_\_\_ Último año no normal \_\_\_\_\_  
Año: \_\_\_\_\_

C) ¿Cuál fue la extensión dedicada a la ganadería en el último año?

\_\_\_\_\_

C) ¿Cuál fue la producción ganadera?

Datos del cuadro que sigue referidos al año \_\_\_\_\_

Tipo de Ganado	EXISTENCIA No. de Cabezas		PESO PROMEDIO Animal Vivo (KG)	
	Año Encuesta _____	Año Normal _____	Año Encuesta _____	Año Normal _____
VACUNO ( ) ( )				
PORCINO ( ) ( )				

## 3. MANO DE OBRA OCUPADA

	Personas Ocupadas	Días por semana	Semana por mes	Meses por año
AGRÍCOLA				
GANADERÍA				

Turnos trabajados: indicar \_\_\_\_\_

**Tabla 81. Módulo II. Consumo de Energía para la producción (Parte I)****MÓDULO II. CONSUMO DE ENERGÍA PARA LA PRODUCCIÓN (Parte I)****1. MAQUINARIA AGRÍCOLA**

	Cantidad	Mode. (Año) y marca com.	Potencia (HP)	HS. Trab.por año	Activid. (*)		Cons. De Combust.		
					Agro %	Gan %	Tipo	Unidad	Cantidad
Tractor 1									
Tractor 2									
Cosecha- dora 1									
Cosecha- dora 2									

(\*) Para los productos agrícolas indicar % del tiempo para cada producto

**2. RIEGO**

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA		CAUDAL BOMBA (m <sup>3</sup> /h)	HORAS ANUALES DE USO	CONSUMO DE ENERGÍA		
		HP	kW			TIPO	UNIDAD	CANTIDAD

**3. BOMBEO DE AGUA PARA OTROS USOS DIFERENTES AL RIEGO**

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA		CAUDAL BOMBA (m <sup>3</sup> /h)	HORAS ANUALES DE USO	CONSUMO DE ENERGÍA		
		HP	kW			TIPO	UNIDAD	CANTIDAD

**Tabla 82. Módulo II. Consumo de Energía para la producción (Parte II)****MÓDULO II. CONSUMO DE ENERGÍA PARA LA PRODUCCIÓN (Parte II)****4. SECADO Y ALMACENAMIENTO DE GRANOS**

- 4.1. Parte de la producción destinada a secado y almacenamiento, cultivo 1, cultivo 2, cultivo n.  
 4.2. Capacidad de operación de secadores o silos (m<sup>3</sup>).  
 4.3. Meses de operación.  
 4.4. Consumo de energía.

EQUIPO	POTENCIA		HORAS ANUALES DE USO	CONSUMO ESP. c/hora	CONSUMO DE ENERGÍA		
	HP	KW			TIPO	UNIDAD	CANTIDAD

**5. OTROS USOS**

DESCRIPCION DEL EQUIPO	POTENCIA		HORAS ANUALES DE USO	CONSUMO DE ENERGÍA			TIPO DE USOS Descrip.
	HP	KW		TIPO	UNIDAD	CANTIDAD	

**6. ENERGÍA TOTAL COMPRADA**

TIPO	UNIDAD	CANTIDAD

## o Subsector Minería

**Tabla 83. Modulo I. Equipamiento de la Mina y la Planta de Beneficio**

## MÓDULO I. EQUIPAMIENTO DE LA MINA Y PLANTA DE BENEFICIO

## 1. EQUIPAMIENTO DE LA MINA Y PLANTA DE BENEFICIO

TIPO DE EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA		CAP. DE PROD.		REGIMEN DE USO			COMB. O E. ELEC.		
		HP	kW	UNID	CANT	DIA (HS)	MES (Semanas)	AÑO (Mes)	TIPO	CONSUMO	
										UNID	CANT

## 2. ENERGÍA COMPRADA Y AUTOPRODUCIDA

COMBUSTIBLE	UNIDAD	CANTIDAD	PAGADO EN EL AÑO
Gas Natural			
Carbón Mineral			
Leña			
EE. Comprada			
EE. Autoproducida			
EE. Vendida			
TOTAL EE			
Gas Licuado			
Diesel Oil			
Fuel Oil			

## 3. COMBUSTIBLES UTILIZADOS EN LA AUTOPRODUCCIÓN

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA	E. ELÉCTRICA PRODUCIDA	CONSUMO DE COMBUSTIBLE		
				TIPO	UNIDAD	CANTIDAD
Motor a Diesel						
Turbinas Gas						
Turbo Vapor						
Otros						

**Tabla 84. Módulo II. Complejos Integrados (Parte I)**

## MÓDULO II. COMPLEJOS INTEGRADOS (Parte I)

## 1. Combustibles Utilizados en Producir Vapor y Vapor Producido.

COMBUSTIBLE	UNIDAD	CANTIDAD
Gas Natural		
Carbón Mineral		
Otra Biomasa		
Diesel Oil		
Fuel Oil		
Otros		

	CANTIDAD	PRESIÓN	TEMPERATURA
Alta			
Media			
Baja			
VAPOR TOTAL EN kcal			

EQUIPAMIENTO EN CALDERAS	TIPO	CAPACIDAD	EFICIENCIA

**Tabla 85. Módulo II. Complejos Integrados (Parte II)**

## MODULO II. COMPLEJOS INTEGRADOS (Parte II)

## 2. Calor Directo

COMBUSTIBLE	UNIDAD	CANTIDAD
Gas Natural		
Carbón Mineral		
Leña		
Otra Biomasa		
Electricidad		
Kerosene		
Diesel Oil		
Fuel Oil		

EQUIPAMIENTO EN HORNOS TIPO	CAPACIDAD	EFICIENCIA

Tabla 86. Módulo II. Complejos Integrados (Parte III)

## MODULO II. COMPLEJOS INTEGRADOS (Parte III)

## 3. Fuerza Motriz

COMBUSTIBLES	UNIDAD	CANTIDAD
Electricidad		
Diesel Oil		
Vapor		

EQUIPO EN MOTORES Y TURBINAS	CAPACIDAD INSTALADA	EFICIENCIA	HORAS EN UTILIZACIÓN
Motores Electricos			
Motores a Diesel			
Turbinas a Vapor			

## 4. Otros Usos

COMBUSTIBLES (UNIDAD)	ILUMINACIÓN TRANSPORTE	MATERIA PRIMA ELECTROLISIS	OTROS (DETALLAR)
Gas Natural (_____)			
Electricidad (_____)			
Gas Licuado (_____)			
Gasolina (_____)			
kerosene (_____)			
Diesel Oil (_____)			
Coque (_____)			
Carbón Vegetal (_____)			

## 6.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA

Realizar un diagnóstico de la información existente constituye obviamente la primera etapa de cualquier diseño muestral. Ese diagnóstico debe basarse en el análisis de la información que brindan los censos agropecuarios, los censos generales de la actividad económica (que incluyen a los sectores de pesca y minería), estudios especiales (a veces parciales) que se hayan realizado en el sector. La situación de cada país varía de acuerdo con la importancia que los tres subsectores aquí analizados tienen en la economía nacional y los modos de producción detectados en cada subsector.

La información de base la constituyen los consumos totales de energía de cada subsector, el número de establecimientos productivos y la flota pesquera y barcos factoría.

En cuanto a los consumos energéticos subsectoriales totales se pueden presentar tres diagnósticos diferentes.

- Los consumos subsectoriales están agregados y en general incluidos en el sector industrial.
- Se conocen los consumos energéticos de solo uno de los subsectores
- Se conocen los consumos energéticos en los tres subsectores analizados

En este último caso a partir de este universo de referencia se debe diseñar la encuesta para la apertura de esos consumos totales por energéticos y por usos.

En cualquiera de los otros casos, ya sea en el primero en donde a partir del BEEF se conocen los consumos agregados, pero que en algunos casos se dispone de la información que permitiría desagregarlos o en el segundo caso que presentan algunos países en el cual se conoce con algún detalle solo uno de los subsectores, como el caso de Perú la industria pesquera, o Chile la industria minera, cualquiera sea el caso se debe proceder inevitablemente a su desagregación previo a la elaboración de los BEEU para poder aplicar una encuesta de usos y poder cuantificar la participación de cada fuente en cada uso para cada subsector.

### 6.7.1 Pautas de Diseño Muestral

Las pautas de diseño muestral que se proponen a continuación para la encuesta de usos son válidas si se dispone de la información sobre consumos energéticos por subsector, además de la información no energética propia a cada subsector que caracteriza el nivel de la actividad económica. También es válido en líneas generales lo expuesto para el sector industrial en cuanto a la “ley de las proporciones asimétricas”, en que un porcentaje muy bajo de establecimientos explica un gran porcentaje del consumo.

Sobre esta base se propone realizar un muestreo estratificado, considerando a cada subsector por separado y dentro de ellos estratificar de acuerdo a sus características. Existirá así una clara diferenciación en cuanto a la conformación de los estratos en los tres subsectores:

- Subsector minería: Los estratos a considerar son dos según se trate de establecimientos integrados o no. Es decir, se separa la pequeña y media minería de la gran minería, ya que esta última es de inclusión forzosa en el muestreo y seguramente concentrará un gran porcentaje del consumo total. Se espera que los usos en los dos subgrupos sean diferentes. En la pequeña minería se descartan los establecimientos que solo consumen energía humana animal.
- Subsector pesca: En este subsector se pueden presentar dos modos de producción, la actividad centralizada, es decir existe una empresa con barcos dedicados a esta actividad y la actividad artesanal en donde el único consumo es el del combustible para transporte. En el primer caso se realizará censo de las empresas que son de forzosa inclusión y en el segundo se tomará un muestreo de acuerdo al número de embarcaciones en cada puerto.
- Subsector agropecuario: Para la mayoría de países existe información desagregada cuya fuente proviene de censos agropecuarios, encuestas especializadas e información de organismos internacionales como la FAO, etc.

Esta información se refiere a: Personal ocupado, en explotaciones agrícolas, pecuarias y forestales. Para los productos agrícolas el número de explotaciones por tamaño, en cada cultivo número de explotaciones y superficie de las tierras cultivadas con riego y en secano, producción física por producto y rendimiento de producción. Existencia pecuaria por tipo y tamaño de la explotación. Número y potencia en tractores y maquinaria agrícola por explotación.

En este subsector se propone una doble estratificación con dos categorías, la primera referida al tipo de actividad y la segunda referida al tamaño de la explotación.

Se puede agrupar el subsector en tres actividades:

- o Cultivos anuales, tales como, Algodón, arroz, maíz, frijol, papa, tabaco, trigo, cebada etc.
- o Cultivos permanentes: Caña de azúcar, palma africana, café, frutales, etc.
- o Producción pecuaria, cría de animales, productos de origen animal como huevos, leche, etc.

La importancia relativa de cada una de estas categorías depende de la estructura productiva de cada país.

El segundo nivel de estratificación se fija en función del tamaño de la explotación, es difícil determinar a priori el número de estratos por que dependerá de las condiciones específicas de cada país, se sugiere que sean mínimo tres categorías, grandes de forzosa inclusión, medianos y pequeños.

Una vez determinadas las matrices de participaciones, para el cálculo de la energía útil, se deberá tener presente si se dispone de las eficiencias de uso o sólo de las eficiencias de producción, sean éstas medidas o adoptadas. En cualquier caso, al relacionar las participaciones de las fuentes en los usos, las eficiencias y los consumos de los estratos se obtendrán los consumos útiles de los energéticos.

## 6.8 APLICACIÓN: CASO BRASIL

Para ilustrar la metodología propuesta tomaremos el BEEU de Brasil realizado en 2004. Primero el sub-sector Agropecuario y luego el sub-sector Minería y peletización.

### 6.8.1 Sub-sector Agropecuario:

Las tablas 87-91 muestran los resultados del análisis del subsector en Brasil

**Tabla 87. Energía Final y coeficientes de participación por energético y por usos**

FORMAS DE ENERGÍA	En. Final	COEFICIENTES DE DESTINACIÓN							
	1000 tep	Fuerza Motriz	Calor de Proceso	Calor Directo	Refrigeración	Iluminación	Electroquímica	Otras	Total
Gas Natural	1,8		0,500	0,500					1,000
Carbón de Vapor			1,000						1,000
Carbón Metalúrgico				1,000					1,000
Leña	2.129,5		0,446	0,554					1,000
Productos de Caña			1,000						1,000
Otras Fuentes Primarias			0,500	0,500					1,000
Diesel Oil	4.766,6	0,990	0,004	0,006					1,000
Fuel Oil	71,0		0,800	0,200					1,000
Gasolina		1,000							1,000
GLP	20,2			1,000					1,000
Kerosene		1,000							1,000
Gas				1,000					1,000
Coque de Carbón Mineral				1,000					1,000
Electricidad	1.281,0	0,851	0,002	0,008	0,100	0,037		0,002	1,000
Carbón Vegetal	5,8		0,200	0,800					1,000
Alcohol Etilico		1,000		0,000					1,000
Otros Derivados de Petróleo			0,500	0,500					1,000
Alquitrán			0,500	0,500					1,000

Fuente: BEEU Brasil 2004

Tabla 88. Rendimientos por energéticos y por usos

FORMAS DE ENERGÍA	COEFICIENTES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA						
	Fuerza Motriz	Calor de Proceso	Calor Directo	Refrigeración	Iluminación	Electroquímica	Otras
Gas Natural	0,330	0,720	0,520				
Carbón de Vapor							
Carbón Metalúrgico							
Leña		0,620	0,320				
Productos de Caña		0,620	0,320				
Otras Fuentes Primarias		0,650	0,320				
Diesel Oil	0,430	0,720	0,520				
Fuel Oil		0,720	0,520				
Gasolina	0,280						
GLP	0,280	0,720	0,520		0,002		
Kerosene	0,280	0,720	0,520		0,002		
Gas	0,330	0,720	0,520				
Coque de Carbón Mineral							
Electricidad	0,890	0,940	0,550	0,650	0,090		1,000
Carbón Vegetal		0,620	0,320				
Alcohol Etílico	0,340						
Otros Derivados de Petróleo							
Alquitrán		0,720	0,520				

Fuente: BEEU Brasil 2004

Tabla 89. Consumo de energía Útil por energéticos y por usos

FORMAS DE ENERGÍA	DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ÚTIL								E.Perd. 1000 tep
	Fuerza Motriz	Calor de Proceso	Calor Directo	Refrigeración	Iluminación	Electroquímica	Otras	Total	
Gas Natural		0,6	0,5					1,1	0,7
Carbón de Vapor									
Carbón Metalúrgico									
Leña		588,9	377,5					966,4	1.163,1
Productos de Caña									
Otras Fuentes Primarias									
Diesel Oil	2.029,1	13,7	14,9					2.057,7	2.708,9
Fuel Oil		40,9	7,4					48,3	22,7
Gasolina									
GLP			10,5					10,5	9,7
Kerosene									
Gas									
Coque de Carbón Mineral									
Electricidad	970,2	2,4	5,6	83,3	4,3		2,6	1.068,3	212,6
Carbón Vegetal		0,7	1,5					2,2	3,6
Alcohol Etílico									
Otros Derivados de Petróleo									
Alquitrán									
TOTAL	2.999,3	647,2	417,8	83,3	4,3		2,6	4.154,5	4.121,3

Fuente: BEEU Brasil 2004

A manera de resumen se presentan las tablas siguientes:

**Tabla 90 Distribución por energéticos**

SECTOR AGROPECUARIO / DISTRIBUCIÓN DE ENERGÉTICOS

ENERGÉTICO	E.FINAL	E.ÚTIL	Eficiencia
DIESEL	4766,6	2057,7	0,43
LEÑA	2129,5	966,4	0,45
ELECTRICIDAD	1281,0	1068,3	0,83
FUEL OIL	71,0	48,3	0,68
OTROS	27,7	13,8	0,50

Fuente: BEEU Brasil 2004

**Tabla 91 Distribución por usos**

SECTOR AGROPECUARIO / DISTRIBUCIÓN POR USOS

USO	E.FINAL	E.ÚTIL	Eficiencia
FUERZA MOTRIZ	5809,0	2999,3	0,52
CALOR DIRECTO	1258,5	417,8	0,33
CALOR DE PROCESO	1030,2	647,2	0,63
OTROS	178,1	90,1	0,51

Fuente: BEEU Brasil 2004

6.8.2 Sub-sector minería y peletización

Las tablas 92-96 muestran los resultados del análisis del subsector en Brasil

**Tabla 92 Energía Final y coeficientes de participación por energético y por usos.**

FORMAS DE ENERGÍA	En. Final	COEFICIENTES DE DESTINACIÓN							Total
	1000 tep	Fuerza Motriz	Calor de Proceso	Calor Directo	Refrigeración	Iluminación	Electroquímica	Otras	
Gas Natural	228,8		0,375	0,625					1,000
Carbón de Vapor			0,064	0,936					1,000
Carbón Metalúrgico	602,4			1,000					1,000
Leña			0,125	0,875					1,000
Productos de Caña			1,000						1,000
Otras Fuentes Primarias			0,500	0,500					1,000
Diesel Oil	215,4	0,873	0,125	0,002					1,000
Fuel Oil	529,4		0,063	0,937					1,000
Gasolina		1,000							1,000
GLP	28,7			1,000					1,000
Kerosene	2,5	0,250	0,750						1,000
Gas				1,000					1,000
Coque de Carbón Mineral				1,000					1,000
Electricidad	799,1	0,924	0,015	0,040		0,020		0,001	1,000
Carbón Vegetal				1,000					1,000
Alcohol Etilico		1,000							1,000
Otros Derivados de Petróleo	235,7		0,375	0,625					1,000
Alquitrán			0,375	0,625					1,000

Fuente: BEEU Brasil 2004

**Tabla 93 Rendimientos por energéticos y por usos**

FORMAS DE ENERGÍA	COEFICIENTES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA						
	Fuerza Motriz	Calor de Proceso	Calor Directo	Refrigeración	Iluminación	Electroquímica	Otras
Gas Natural	0,330	0,780	0,550				
Carbón de Vapor		0,680	0,550				
Carbón Metalúrgico			0,550				
Leña		0,680	0,550				
Productos de Caña		0,680	0,550				
Otras Fuentes Primarias		0,680	0,550				
Diesel Oil	0,430	0,780	0,550				
Fuel Oil		0,780	0,550				
Gasolina	0,280						
GLP	0,280	0,780	0,550		0,002		
Kerosene	0,280	0,780	0,550		0,002		
Gas	0,330	0,780	0,550				
Coque de Carbón Mineral			0,550				
Electricidad	0,900	0,950	0,550	0,600	0,245	0,570	1,000
Carbón Vegetal		0,680	0,550				
Alcohol Etílico	0,340						
Otros Derivados de Petróleo		0,780	0,550				
Alquitrán		0,780	0,550				

Fuente: BEEU Brasil 2004

**Tabla 94 Consumo de energía Útil por energéticos y por usos**

FORMAS DE ENERGÍA	DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ÚTIL								E.Perd.
	Fuerza Motriz	Calor de Proceso	Calor Directo	Refrigeración	Iluminación	Electroquímica	Otras	Total	1000 tep
Gas Natural		66,9	78,7					145,6	83,2
Carbón de Vapor									
Carbón Metalúrgico			331,3					331,3	271,1
Leña									
Productos de Caña									
Otras Fuentes Primarias									
Diesel Oil	80,8	21,1	0,2					102,1	113,3
Fuel Oil		26,0	272,9					298,8	230,6
Gasolina									
GLP			15,8					15,8	12,9
Kerosene	0,2	1,4						1,6	0,9
Gas									
Coque de Carbón Mineral									
Electricidad	664,5	11,4	17,6		4,0		0,6	698,1	101,0
Carbón Vegetal									
Alcohol Etílico									
Otros Derivados de Petróleo		68,9	81,0					150,0	85,7
Alquitrán									
TOTAL	745,5	195,7	797,4		4,0		0,6	1.743,3	898,7

Fuente: BEEU Brasil 2004

A manera de resumen se presentan las tablas siguientes:

**Tabla 95 Distribución por energéticos**

SECTOR MINERIA Y PELETIZACIÓN / DISTRIBUCIÓN DE ENERGÉTICOS

ENERGÉTICO	E.FINAL	E.ÚTIL	Eficiencia
ELECTRICIDAD	799,1	698,1	0,87
FUEL OIL	529,4	298,8	0,56
DIESEL	215,4	102,1	0,47
OTROS	1098,1	644,3	0,59

Fuente: BEEU Brasil 2004

**Tabla 96 Distribución por usos**

SECTOR MINERÍA Y PELETIZACIÓN / DISTRIBUCIÓN POR USOS

USO	E.FINAL	E.ÚTIL	Eficiencia
FUERZA MOTRIZ	927,0	745,5	0,80
CALOR DIRECTO	1449,9	797,4	0,55
CALOR DE PROCESO	248,3	195,7	0,79
OTROS	16,8	4,6	0,27

Fuente: BEEU Brasil 2004



# CAPÍTULO VII

---

Sector  
Consumo  
Propio

## 7. SECTOR CONSUMO PROPIO

Este sector a diferencia de los anteriores corresponde dentro del BEEU a la oferta y no a la demanda, para facilitar el tratamiento de la información se distinguen dos subsectores, La transformación y el Consumo propio.

Los centros de transformación tradicionalmente se tratan como un balance de flujos de entrada y salida, de los cuales surgen automáticamente las eficiencias y las pérdidas de la transformación. En este subsector no aplica el concepto de energía útil, sin embargo, se puede realizar una mejor desagregación de las eficiencias y un mejoramiento de la base de datos para poder estimar y apropiar de mejor manera el tema de los rendimientos asociados a las tecnologías empleadas.

El consumo propio corresponde a la oferta, dado que las técnicas de proyección corresponden a modelos de oferta, cuando se diseña una refinería o un desarrollo de pozos de petróleo o gas, el consumo propio es el resultado de una selección de tecnologías de conversión y de producción y poco o nada tiene que ver con la proyección de la demanda final. No obstante, desde el punto de vista del BEEU el sector energético es un gran consumidor de energía y sus pautas de uso no se diferencian en nada de las del sector industrial o minero, su naturaleza es dual y el concepto de energía útil le es aplicable en su carácter de sector consumidor. De hecho, la metodología de balances de energía final de OLADE considera el consumo propio como un sector de consumo.

Finalmente se debe precisar que, los flujos de entrada a las unidades de conversión se consideran como materia prima y **es lo que se transforma**. El consumo propio por su parte se considera **lo que se consume**, en tanto que lo consumido es susceptible de ser tratado como energía útil con las correspondientes pérdidas en las prácticas de uso.

### 7.1 DESAGREGACIÓN POR SUBSECTORES

El consumo propio del sector energético se produce en diferentes etapas, una de las cuales es la transformación, la otra es la producción de fuentes primarias y el transporte, aunque solo se considera el transporte interno, dentro de las unidades de producción o transformación. El transporte por ductos y sus respectivas unidades de bombeo o calentamiento, están dentro del sector.

Entonces los subsectores a considerar son:

- Transformación
- Producción
- Ductos

El consumo propio se puede desagregar de acuerdo a cada tipo de centro de transformación

- Refinerías de petróleo
- Centrales eléctricas públicas
- Centrales eléctricas de autoproducción
- Plantas de tratamiento de gas
- Carboneras
- Coquerías
- Destilerías de alcohol
- Plantas de biodiesel
- Otros centros de transformación

Las centrales eléctricas, tanto públicas como de autogeneración pueden dividirse en los distintos tipos:

- Hidroeléctricas
- Termoeléctricas convencionales
  - o Turbo vapor
  - o Turbo gas
  - o Ciclo combinado
  - o Motores de combustión interna

- Centrales de cogeneración
- Centrales geotérmicas
- Centrales eólicas
- Centrales fotovoltaicas y termo-solares
- Centrales nucleares

La apertura del balance por tipo de centrales resulta imprescindible para la realización del BEEU, el cual debe poner de manifiesto las tecnologías de conversión en grupos homogéneos, las eficiencias varían desde 90% en las centrales hidroeléctricas, hasta 10% a 15% en las centrales fotovoltaicas o termo-solares.

Se propone la elaboración de un sub-balance del sector eléctrico que permita ver claramente los flujos respectivos y coloque a los países en una situación homogénea de comparación.

El subsector producción incluidos el transporte por ductos puede ser desagregado por fuentes, en consecuencia, los consumos propios se dividirán a su vez por energéticos.

- Petróleo y gas
- Carbón mineral
- Biodiesel
- Combustibles nucleares
- Electricidad
- Otros

## 7.2 DESAGREGACIÓN POR USOS

La desagregación por usos vale únicamente para el subsector consumo propio y no para la materia prima empleada en la transformación.

En el subsector producción, las tecnologías de uso son similares a las de la minería, con predominancia de la fuerza mecánica. En la minería del gas natural, carbón y del petróleo, se registran los mayores consumos, los cuales corresponden a motores y equipos de bombeo, que se emplean para la extracción, el transporte y el almacenamiento de esas fuentes.

En el subsector transformación los centros de mayor consumo son las refinerías de petróleo, las destilerías y las plantas de biodiesel, donde se utilizan, calor de proceso, calor directo y fuerza mecánica.

El transporte por ductos, así como las grúas y camiones especiales, las bandas transportadoras o vehículos que se movilicen exclusivamente dentro del establecimiento energético, dentro de los yacimientos, minas o dentro de los complejos de transformación. Siempre y cuando sea solo interno se considerará como **fuerza mecánica**. En el caso de consumo de combustibles para transporte externo se debe descontar del consumo propio para trasladarlo al sector transporte.

Se proponen los siguientes usos a ser considerados dentro del sector consumo propio:

- Vapor o calor de proceso
- calor directo
- fuerza mecánica
- Otros usos (refrigeración, iluminación, otros).

En términos de estos usos o servicios, se expresa la demanda de energía útil por parte de los centros de producción de fuentes primarias y de transformación de energía.

### 7.3 ENERGÍA FINAL, ENERGÍA ÚTIL Y EFICIENCIA

La mejor manera de visualizar el problema de la eficiencia en el sector energético, consiste en observar el proceso de consumo de energía en dos etapas:

- La producción de vapor, calor, fuerza mecánica, etc., a partir de energéticos
- El uso de vapor, calor, fuerza mecánica, etc., en los procesos de producción o transformación de fuentes primarias.

Existe entonces, una EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN y luego una EFICIENCIA DE USO. El producto de ambas dará una eficiencia global o simplemente una eficiencia. Si se multiplica la energía por energético o demanda de energía final por esa eficiencia global, se obtiene la demanda de energía útil y la diferencia entre ambas serán las pérdidas.

Si sólo se conoce la primera de las eficiencias, o sea la de producción, al multiplicar por ella la demanda final, se obtiene la demanda útil a nivel de producción o demanda intermedia. Se puede decir que la energía final es la que se mide a la entrada del proceso y la energía útil a la salida del mismo. Ambas se pueden desagregar en los dos subsectores y por usos.

La segunda, la eficiencia de uso solo es posible conseguirla por medio de mediciones. La única manera de medir eficiencias es mediante AUDITORIAS ENERGÉTICAS que revelen los parámetros termodinámicos de los procesos de transformación o de transmisión y transporte en la extracción y minería.

En la transformación misma, no existe energía útil sino energía primaria o alimentación y energía secundaria o producción y las eficiencias de transformación resultan de relacionar producciones con sus respectivas alimentaciones. Tradicionalmente se trabaja con eficiencias globales, sin embargo, con la desagregación de las centrales eléctricas según el tipo con sus diferentes eficiencias y en el caso térmico con un mayor desglose en sus componentes, de acuerdo con la tecnología empleada, calderas, turbinas, motores etc. Se puede conseguir un sub-balance eléctrico que en una planilla auxiliar identifique el tipo de equipamiento y su rendimiento.

### 7.4 BEEU APLICADO A UNA UNIDAD DEL SECTOR CONSUMO PROPIO

Las unidades de información del sector consumo propio son los centros de transformación y los yacimientos, los primeros son asimilables a plantas industriales y los segundos a instalaciones mineras.

Para efectuar el BEEU del consumo propio en cada unidad se debe en primer término definir en INSUMO ENERGETICO NETO –IEN como la energía que ingresa a la unidad, desagregada por fuentes y descontadas todas las salidas y variaciones de stocks.

Por su naturaleza el sector rara vez compra energía, sino que usa sus propios productos y por eso sus consumos se llaman consumo propio. Sin embargo, algunas de ellas compran electricidad a la red y compran combustibles a otras refinerías o yacimientos y también pueden vender electricidad auto producida o combustibles que habitualmente se destinan al consumo propio, tal como gases de refinería, residuos pesados y coque. Se debe ser muy cuidadoso para evitar las dobles contabilidades.

Una vez que se ha identificado el IEN se debe descontar de el:

- El equivalente en combustible de la electricidad autoproducida
- El consumo de combustibles en transporte externo

Así se llega al CONSUMO FINAL POR ENERGÉTICO de cada unidad, el cual se desagrega por usos y la suma de todos los usos debe estar en equilibrio con el consumo final por fuentes.

El resumen de estas ideas se debe trasladar a una única planilla (Tabla 97). Este mismo formato sirve para colocar las eficiencias de producción en cada uso y energético. La suma de los consumos por cada uso y por fuente multiplicadas por esas eficiencias permite calcular lo que se ha llamado demanda intermedia y multiplicándola por la eficiencia de uso (por cada uso) se obtiene el consumo útil y las pérdidas.

Tabla 97. Plantilla Resumen

Fuentes	Insumo Energético	Autoproducción Directa a través de Vapor	Uso en Transporte	Consumo Final por Fuentes	CONSUMO FINAL (Y EFICIENCIA) POR FUENTES Y USOS							
					Vapor Neto	Eficiencia %	Calor Directo	Eficiencia %	Fuerza Mecánica	Eficiencia %	Otros Usos	Eficiencia %
Petróleo crudo		(-)										
Líquidos de gas Natural		(-)										
Gas natural		(-)										
Carbón mineral		(-)										
Nuclear												
Hidroenergía												
Geotermia												
Eólica												
Solar												
Leña		(-)										
Productos de caña		(-)										
Otra biomasa												
Otras primarias												
Electricidad		(+)										
GLP		(-)										
Gasolina		(-)										
Kerosene y Jet Fuel												
Diesel oil		(-)										
Fuel oil		(-)										
Gas de refinería												
Coque de petróleo												
Otros productos de petróleo y gas												
Coque de carbón mineral		(+)										
Gases industriales												
Otros productos de fuentes minerales												
Carbón vegetal												
Etanol												
Biodiesel												
Biogás												
Otras fuentes secundarias												
No energético												
Total												
Consumo Intermedio (Producción de formas útiles)												
Eficiencia de Uso												
Consumo Útil												
Pérdidas												

En los casos especiales en los cuales la refinería de petróleo o la planta de tratamiento de gas se halla integrada a una planta petroquímica, por complicado que sea se debe intentar hacer por separado una planilla para la refinería y otra para la planta industrial. En el caso de las coquerías hay que recordar que en la metodología del sector industrial se considera el alto horno incluido en industria, de tal forma que el gas del alto horno no se considera consumo propio.

## 7.5 CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para llegar al BEEU del sector consumo propio acorde con la metodología propuesta, dada la diversidad del sector, dependiente del sector sea privado o público, se requiere la realización de una encuesta o censo general, o recurrir a los mecanismos de transparencia de la información.

Se recomienda agrupar los temas específicos de la siguiente manera:

### A. Eficiencias de los centros de transformación de energía comercial:

Para los centros de transformación se deben realizar balances de materia planta por planta y calcular las eficiencias como rendimientos máxicos y luego como rendimientos de flujos calóricos. Las pérdidas en estas unidades, son pérdidas máxicas expresadas en términos calóricos. De allí surgen las eficiencias.

Cuando las instalaciones son muy grandes como las refinerías de petróleo, hay que ajustar los métodos de contabilización de flujos para evitar la doble contabilidad.

En las centrales hidroeléctricas la eficiencia resulta de relacionar la energía potencial de la presa con la electricidad producida en barras del generador, ambas expresadas en las mismas unidades.

Para las centrales eléctricas térmicas lo más indicado es un balance de entalpía, asignando a la electricidad un contenido entálpico de 860 kcal por kWh, efectuando cortes de los flujos entálpicos a la salida de la caldera, turbinas y generador, en general se conocen las eficiencias.

**B. Pérdidas de transmisión de electricidad:**

En el BEEU debe estar muy bien determinado el nivel de pérdidas en la transmisión y distribución. Entre más real sea el valor consignado, más cerca estaremos de poder reducirlas antes de abordar la eficiencia de producción y de uso en los sectores de consumo. También hay que mencionar las conexiones clandestinas que se confunden con las pérdidas, pero que en la práctica son un problema de subfacturación. En aquellos países en donde el nivel de pérdidas se encuentre por encima de los límites admisibles, se debe hacer un esfuerzo por mejorar la información y aplicar las técnicas modernas de tele-medición para detectarlas.

**C. Eficiencias de los centros de transformación de energía no comercial:**

Se consideran centro de transformación no comercial a las carboneras (fabricación artesanal de carbón vegetal) y las coquerías también artesanales. Se recomienda al igual que en los otros centros de transformación realizar balances de materia y mediciones de poder calorífico en algunas unidades, de esa forma se pueden estimar las eficiencias. Sin embargo, la mayor dificultad está en conocer la capacidad instalada y por lo tanto la cantidad de energía primaria consumida y la energía secundaria producida, puesto que el universo es desconocido.

El BEEU podría ayudar a resolver este problema en la medida que podamos conocer el carbón vegetal y el coque metalúrgico consumidos, con una buena determinación de eficiencias se pueden estimar las fuentes primarias que alimentan esta producción.

**D. Consumos propios:**

Las magnitudes de los consumos propios por fuentes y por subsectores se pueden conocer en general solicitando esta información a los centros de producción, transformación y transporte por ductos, las empresas energéticas casi siempre tienen esta información.

**E. Desagregación de los consumos propios por usos:**

Para efectuar esta desagregación basta aplicar la encuesta de usos de la industria y de la minería según corresponda. Se recomienda que al hacer las encuestas al sector industrial o minero se incluya al sector energético como un estrato más de inclusión forzosa. Teniendo en cuenta que el consumo propio se concentra en unos pocos grandes consumidores, no se ve la necesidad de aplicar técnicas de muestreo, ya que todas las unidades están incluidas en la muestra.

**7.6 APLICACIÓN: CASO BRASIL**

El concepto de rendimiento energético adoptado para el BEEU de Brasil se refiere apenas al rendimiento de producción de energía útil, esta simplificación de una parte facilita la determinación de los rendimientos energéticos de los equipos usados en los diferentes sectores, pero por otro lado distorsiona el significado de las pérdidas, pues no se incluyen todas las pérdidas en el proceso productivo, las pérdidas serán siempre mayores que las estimadas y el potencial de ahorro queda subestimado.

En los años 90 y 91 se realizaron caracterizaciones energéticas en todos los sectores promovido por la FDTE (Fundación para el desarrollo tecnológico de la ingeniería) y patrocinado por PROCEL. Se evaluaron más de 1200 empresas entre grandes, medianas y pequeñas.

Para la versión que se trae aquí del 2005, se tuvieron en cuenta los siguientes estudios:

*Uso Racional da Energia Elétrica em Pequenas e Médias Empresas do Estado de São Paulo*, realizado por *Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (IEE/USP)* con el patrocinio de *SEBRAE/SP*. 2001-2002. Este estudio incluyó mediciones en campo.

En 2003 a través de *FDTE* el *Programa SEBRAE de Eficiencia Energética*, también con el apoyo de *SEBRAE/SP*. Incluyó el diagnóstico de 30.000 micro empresas, el objetivo era determinar el consumo de energía e identificar los equipos utilizados y las posibles medidas para el uso racional de energía.

También se recopiló información a través de la secretaria de planeamiento energético del Ministerio de Minas y Energía sobre usos en el sector industrial y otros.

Los resultados a continuación son parte del BEEU de Brasil del año 2005. El sector energético tuvo un consumo final propio de 8,6% del consumo final total.

La Tabla 98, Tabla 99, Tabla 100 y Tabla 101, relacionan la participación de los energéticos y de los usos en el consumo de energía del sector. Los consumos referidos son los consumos de energía del sector producción, transformación y transporte a través de ductos de los energéticos primarios.

**Tabla 98. Energéticos utilizados y coeficientes de participación en cada uso.**

FORMAS DE ENERGÍA	En. Final	COEFICIENTES DE DESTINACIÓN							
	1000 tep	Fuerza Motriz	Calor de Proceso	Calor Directo	Refrigeración	Iluminación	Electroquímica	Otras	Total
Gas Natural	2947,85			1,00					1
Carbón de Vapor			1,00						1
Carbón Metalúrgico			1,00						1
Leña			1,00						1
Productos de Caña	7460,80		1,00						1
Otras Fuentes Primarias			1,00						1
Diesel Oil	147,55	0,95	0,05						1
Fuel Oil	1039,56	0,60	0,30	0,10					1
Gasolina		1,00							1
GLP	45,83	0,50	0,02	0,49					1
Kerosene			0,50	0,50					1
Gas	304,44		0,80	0,20					1
Coque de Carbón Mineral				1,00					1
Electricidad	1102,35	0,93	0,00			0,068		0,003	1
Carbón Vegetal			0,20	0,80					1
Alcohol Etilico		1,00							1
Otros Derivados ded Petróleo	3360,81	0,60	0,30	0,10		0,003			1
Alquitrán			0,50	0,50					1

**Tabla 99. Coeficientes de rendimiento energético en cada uno de los usos**

FORMAS DE ENERGÍA	COEFICIENTES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA						
	Fuerza Motriz	Calor de Proceso	Calor Directo	Refrigeración	Iluminación	Electroquímica	Otras
Gas Natural	0,48	0,88	0,9				
Carbón de Vapor		0,77	0,32				
Carbón Metalúrgico		0,77	0,32				
Leña		0,77	0,32				
Productos de Caña		0,77	0,32				
Otras Fuentes Primarias		0,77	0,32				
Diesel Oil	0,48	0,88	0,52				
Fuel Oil	0,48	0,88	0,52				
Gasolina	0,28						
GLP	0,28	0,88	0,52		0,002		
Kerosene	0,33	0,88	0,52		0,002		
Gas	0,48	0,88	0,52				
Coque de Carbón Mineral							
Electricidad	0,9	0,97	0,55	0,6	0,245		1
Carbón Vegetal		0,77	0,32				
Alcohol Etilico	0,39						
Otros Derivados de Petróleo	0,48	0,88	0,52				
Alquitrán		0,88	0,52				

**Tabla 100. Distribución de la energía útil por energético y por uso**

FORMAS DE ENERGÍA	DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ÚTIL							E.Perd.	
	Fuerza Motriz	Calor de Proceso	Calor Directo	Refrigeración	Iluminación	Electroquímica	Otras	Total	1000 tep
Gas Natural			2653,1					2653,1	294,8
Carbón de Vapor									
Carbón Metalúrgico									
Leña									
Productos de Caña		5744,8						5744,8	1716,0
Otras Fuentes Primarias									
Diesel Oil	67,3	6,5						73,8	73,8
Fuel Oil	299,4	274,4	54,1					627,9	411,7
Gasolina									
GLP	6,4	0,8	11,6					18,7	27,1
Kerosene									
Gas		214,3	31,7					246,0	58,5
Coque de Carbón Mineral									
Electricidad	918,7	3,2			18,4		3,3	943,6	158,8
Carbón Vegetal									
Alcohol Etílico									
Otros Derivados de Petróleo	963,1	887,3	174,8					2025,1	1335,7
Alquitrán									
TOTAL	2254,8	7131,3	2925,1		18,4		3,3	12332,9	4076,3

**Tabla 101. Sector energético, distribución de energéticos y eficiencias**

ENERGÉTICO	E.FINAL	E.ÚTIL	Eficiencia
Productos de Caña	7460,8	5744,8	0,77
Otros Derivados de Petróleo	3360,8	2025,1	0,60
Fuel Oil	1039,6	627,9	0,60
Gas Natural	2947,8	2653,1	0,90
Otros	1600,2	1282,0	0,80



# CAPÍTULO VIII

---

Sector  
Construcción

## 8. SECTOR CONSTRUCCIÓN

### 8.1 DESAGREGACIÓN POR SUBSECTORES

Este sector agrupa las actividades relacionadas a la construcción y obras civiles correspondientes a las grandes divisiones del Código CIIU de la Sección F. Así:

- Código 41: Actividades corrientes de construcción, las cuales abarcan la construcción completa de viviendas, edificios de oficinas, locales de almacenes y otros edificios públicos y de servicios, locales agropecuarios, etc.
- Código 42: Actividades corrientes de construcción de obras de ingeniería civil, como carreteras, calles, puentes, túneles, líneas de ferrocarril, aeropuertos, puertos y otros proyectos de ordenamiento hídrico, sistemas de riego, redes de alcantarillado, instalaciones industriales, tuberías y líneas de transmisión de energía eléctrica, instalaciones deportivas, etcétera.
- Código 43. actividades especializadas de construcción (obras especiales), construcción de partes de edificios y de obras de ingeniería civil sin asumir la responsabilidad de la totalidad del proyecto. Esas actividades por lo general requieren la utilización de técnicas o equipo especiales, como la hincadura de pilotes, la cimentación, la erección de estructuras de edificios, el hormigonado, la colocación de mampuestos de ladrillo y piedra, la instalación de andamios, la construcción de techos, etc.

Por los consumos de energía y por la especificidad de las actividades se sugieren dos subsectores.

- Edificaciones. Incluye las actividades del CIIU 41 Rev 4
- Obras de Ingeniería civil. Incluye las actividades del CIIU 42 y 43 Rev 4

En síntesis, la Tabla 102 relaciona las actividades de cada subsector y su correspondencia con el código CIIU Rev 4.

**Tabla 102. Subsectores y actividades.**

Grupos Balance	Correspondencia con el CIIU Rev 4	Denominación del subsector
1	41	Construcción de viviendas, edificios de oficinas, locales de almacenes y otros edificios públicos y de servicios
2	42, 43	Obras de ingeniería civil, como carreteras, calles, puentes, túneles, líneas de ferrocarril, aeropuertos, puertos y otros proyectos. Actividades especializadas de construcción

### 8.2 DESAGREGACIÓN POR USOS

Las actividades que se consideran en los subsectores de construcción presentan desde el punto de vista energético usos muy similares con un predominio del uso de fuerza mecánica en ambos casos. Los otros usos como la iluminación y el calor directo, participan en forma diferenciada en los dos subsectores.

Para el BEEU se proponen en este sector los siguientes usos:

- Fuerza motriz
- Calor directo
- Iluminación

La fuerza motriz en el caso del subsector de obras civiles está ligado a un tipo de maquinaria especial, motoniveladoras, topadoras, palas mecánicas, aplanadoras, mezcladoras, etc. En el caso de la actividad de construcción de viviendas y edificios está determinada por equipamiento más reducido, como mezcladoras y grúas torre con pluma horizontal o abatible.

El uso de la iluminación dependerá del tipo de obra y de las condiciones de su ejecución, por ejemplo, en la construcción de túneles o líneas férreas subterráneas será más intensa que en otras obras.

El calor directo se utiliza para el calentamiento y preparación de la brea o asfalto a ser utilizado en la pavimentación de vías u otras obras.

Otros equipos como compresores utilizados para el relleno u hormigonado a presión y los camiones mezcladores integrados serán considerados como fuerza motriz.

### 8.3 ENERGÍA FINAL, ENERGÍA ÚTIL Y EFICIENCIA

Al igual que se ha mencionado en la metodología de los sectores anteriores para cada uso en los tres subsectores el problema de la eficiencia, consiste en observar el proceso de consumo energético en dos etapas:

- La producción de fuerza mecánica, calor, iluminación, etc., a partir de energéticos
- El uso de fuerza mecánica, calor, iluminación, etc., en los diferentes procesos de cada subsector.

Existe entonces, una EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN y luego una EFICIENCIA DE USO. El producto de ambas dará una eficiencia global o simplemente una eficiencia. Si se multiplica la energía por energético o demanda de energía final por esa eficiencia global, se obtiene la demanda de energía útil y la diferencia entre ambas serán las pérdidas.

Si sólo se conoce la primera de las eficiencias, o sea la de producción, al multiplicar por ella la demanda final, se obtiene la demanda útil a nivel de producción o demanda intermedia. Se puede decir que la energía final es la que se mide a la entrada del proceso y la energía útil a la salida del mismo. Ambas se pueden desagregar por subsectores, por productos y por usos.

### 8.4 BEEU APLICADO A UNA UNIDAD DEL SECTOR

El análisis del balance energético aplicado a una unidad de construcción de grandes obras, tiene particular importancia, puesto que la empresa puede comprar y producir energía, sean estas primarias o secundarias, las que luego van a ser transformadas en formas útiles. Estos energéticos se pueden desagregar de acuerdo a la matriz sugerida en la Tabla 103.

El concepto de INSUMO ENERGETICO NETO (IEN), responde a la energía que ingresa a la unidad desagregada por fuentes, sin que haya duplicación entre ellas. En muchos casos el IEN será igual a la energía comprada, pero con fines de generalizar el tratamiento, se debe considerar aquellos casos en que la empresa genera su propia energía eléctrica. A diferencia de otros sectores en este no se considera la alternativa de que la empresa venda energía a terceros.

En este sector la autoproducción es directa, a través de grupos t o turbinas de gas, en cuyo caso se deben descontar de las compras de combustibles destinados a dicha autoproducción y adicionarse la energía eléctrica auto-producida a aquella que es tomada de la red de servicio público.

Los energéticos utilizados en medios de transporte (para el movimiento de materiales) fuera de la obra serán considerados en el sector transporte, solo los combustibles utilizados en transporte interno o para mover la maquinaria de construcción se contabilizan el uso de fuerza motriz en el sector.

El CONSUMO FINAL POR FUENTES se obtiene tomando el IEN y sumando o restando según corresponda los flujos de autoproducción directa y el transporte externo.

Este consumo por fuente puede compararse ahora con el CONSUMO FINAL POR USOS.

El consumo final por fuentes y la suma del consumo final por usos debe estar balanceado y ser consistente, aunque no iguales por variación de inventarios o error estadístico.

Tabla 103. Plantilla Resumen

Fuentes	Insumo Energético	Autoproducción Directa	CONSUMO FINAL (Y EFICIENCIA) POR FUENTES Y USOS				Fuerza Mecánica	Eficiencia %	Iluminación	Eficiencia %
			Uso en Transporte interno	Consumo Final por Fuentes	Calor Directo	Eficiencia %				
Petróleo crudo										
Líquidos de gas Natural		(-)								
Gas natural		(-)								
Carbón mineral		(-)								
Nuclear										
Hidroenergía										
Geotermia										
Eólica										
Solar										
Leña		(-)								
Productos de caña		(-)								
Otra biomasa		(-)								
Otras primarias										
Electricidad		(+)								
GLP										
Gasolina										
Kerosene y Jet Fuel										
Diesel oil		(-)								
Fuel oil		(-)								
Gas de refinería										
Coque de petróleo										
Otros productos de petróleo y gas										
Coque de carbón mineral										
Gases industriales										
Otros productos de fuentes minerales										
Carbón vegetal										
Etanol										
Biodiesel										
Biogás										
Otras fuentes secundarias										
No energético										
Consumo Intermedio (Producción de formas útiles)										
Eficiencia de Uso										
Consumo Útil										
Pérdidas										

Se parte del insumo energético neto, el que, después de restarle o sumarle los flujos relativos a autoproducción y transporte da el consumo final. Este se desagrega por usos y se indica también la eficiencia de producción. En la parte inferior se calcula el consumo de energía útil intermedio como resultado de sumar los consumos útiles ponderados por sus respectivas eficiencias de producción. Luego se colocan las eficiencias de uso (si se conocen o se pueden estimar) y a partir de allí se calcula el consumo útil multiplicando el consumo útil intermedio por estas eficiencias. Finalmente se calcula las pérdidas como diferencia entre consumo final y útil.

### 8.5 EL BEEU APLICADO AL SECTOR CONSTRUCCIÓN.

Como se ha visto anteriormente, prácticamente todos los datos que conforman el BEEU de una unidad se pueden colocar bajo la forma de una tabla de doble entrada. En este numeral se mostrará cómo se puede presentar el BEEU de todo el sector de un país o una región.

En primer lugar, si se quieren visualizar todos los datos que lo componen, las desagregaciones propuestas imponen una tabla de 4 entradas:

- Una por subsectores
- Otra por usos
- Una por fuentes (según el balance OLADE, 31)
- Otra por tipo de consumo: final, útil, eficiencia y pérdidas.

Respetando el formato de presentación del balance de OLADE, es decir, el listado de los energéticos en las columnas se puede presentar el BEEU de la industria en dos planillas de doble entrada: una principal y una auxiliar (Ver Tabla 104 y 105).

En la planilla principal se registra con el máximo de detalle el consumo final y un resumen de datos para el consumo útil. La planilla auxiliar no es otra cosa que la misma de la parte derecha de la tabla anterior (a partir de la columna de consumo final por fuentes) para cada subsector.

Tabla 104. Planilla Principal

Fuentes	Insumo Energético	Autoproducción Directa	Uso en Transporte interno	Consumo Final por Fuentes	CONSUMO FINAL (Y EFICIENCIA) POR FUENTES Y USOS					
					Calor Directo	Eficiencia %	Fuerza Mecánica	Eficiencia %	Iluminación	Eficiencia %
Petróleo crudo										
Líquidos de gas Natural										
Gas natural										
Carbón mineral										
Nuclear										
Hidroenergía										
Geotermia										
Eólica										
Solar										
Leña										
Productos de caña										
Otra biomasa										
Otras primarias										
Electricidad										
GLP										
Gasolina										
Kerosene y Jet Fuel										
Diesel oil										
Fuel oil										
Gas de refinería										
Coque de petróleo										
Otros productos de petróleo y gas										
Coque de carbón mineral										
Gases industriales										
Otros productos de fuentes minerales										
Carbón vegetal										
Etanol										
Biodiesel										
Biogás										
Otras fuentes secundarias										
No energético										
Total										
Consumo Intermedio (Producción de formas útiles)										
Eficiencia de Uso										
Consumo Util										
Pérdidas										

Serán entonces 2 planillas para cada país que formarán parte de sus propios BEEU, pero no necesariamente deberán formar parte de la matriz de los balances con el formato que OLADE propone.

Tabla 105. Planilla Auxiliar

PRESENTACIÓN DE LOS BALANCES ENERGÉTICOS DESAGREGADOS PARA EL SECTOR CONSTRUCCIÓN			
FUENTES		PRIMARIAS	SECUNDARIAS
CONSUMO FINAL			
Subsectores (2)	Calor Directo		
	Fuerza Mecánica		
	Iluminación		
Consumo Final Total	Calor Directo		
	Fuerza Mecánica		
	Iluminación		
Consumo Útil	Calor Directo		
	Fuerza Mecánica		
	Iluminación		
Eficiencia Promedio	Calor Directo		
	Fuerza Mecánica		
	Iluminación		

Estas planillas auxiliares representan la etapa final del procesamiento de datos de la encuesta del sector.

Las fuentes de energía primaria y secundaria son:

Fuentes de energía primaria												
Hidrocarburos Primarios			Fuentes Minerales		Energía Directa				Biomasa			Otras Fuentes Primarias
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Petróleo crudo	Líquidos de gas Natural	Gas natural	Carbón mineral	Nuclear	Hidroenergía	Geotermia	Eólica	Solar	Leña	Productos de caña	Otra biomasa	

Fuentes de energía secundaria																		
Productos de petróleo y gas natural									Productos de fuentes minerales					Productos de biomasa				
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Electricidad	GLP	Gasolina	Kerosene y Jet Fuel	Diesel oil	Fuel oil	Gas de refinería	Coque de petróleo	Otros productos de petróleo y gas	Coque de carbón mineral	Gases industriales	Otros productos de fuentes minerales	Carbón vegetal	Etanol	Biodiesel	Biogás	Otras fuentes secundarias	No energético	

## 8.6 CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para desarrollar la metodología propuesta que culmina con la elaboración de los BEEU, se requiere capturar la información en el sector construcción. En tal sentido se debe recurrir a los métodos de captura de la información descritos en el documento base, es decir, utilizar información secundaria, realizar encuestas, elaborar modelos y hacer mediciones.

En este sector, dadas sus características especiales de estar constituido por empresas que operan de forma discontinua y con diferentes intensidades en el tiempo, se requiere una investigación con trabajo de campo para caracterizar algunos indicadores de consumo de energía específicos, tales como kWh/m<sup>2</sup> de construcción o gal/m<sup>2</sup> de combustibles, o cualquier otro que nos indique los consumos. Se podrían especificar estos indicadores por tipo de construcción, vivienda (casas, apartamentos, etc), edificios de oficinas, locales comerciales, etc. En el caso de obras civiles existirán otros indicadores por km de vía y por tipo de vía, por tipo de obra, etc. Estos indicadores se pueden construir a partir de encuestas y mediciones in situ (auditorías energéticas) a las empresas del sector.

### 8.6.1 Formatos de encuesta

El contenido del formulario a utilizar en cada país, debe decidirse después de conocer la situación particular del mismo, no obstante, es posible determinar un contenido de referencia tal como el que se muestra desde la

Tabla 106 a la Tabla 109 en las que se han incluido 4 módulos diferentes.

En el Módulo I se indican los datos generales de la empresa, tales como número de proyectos ejecutados, metros cuadrados construidos, número de empleados, horas trabajadas en el año, etc.

**Tabla 106. Modulo I Características de la empresa de construcción**

MÓDULO I. CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA DE CONSTRUCCIÓN

En 2016, ¿ Cuáles fueron las principales proyectos realizados?

Nº	Tipos de proyecto	Localización Ciudad	Numero de unidades	Metros cuadrados construidos
1	Construcción de vivienda (casas)			
2	Construcción de vivienda (edificios)			
3	Construccion de edificios			
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

Horas trabajadas por día	Días trabajados por mes	Meses trabajados											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	

En el módulo II se registran los movimientos de compras de energía y autoproducción, de manera que se permita el cálculo del insumo energético neto IEN.

Tabla 107. Módulo II Energía comprada y autoproducida.

MÓDULO II. ENERGÍA TOTAL COMPRADA Y AUTOPRODUCIDA COMBUSTIBLES						
En 2015, ¿Cuáles fueron las compras u obtenciones totales de combustibles?						
TIPO DE COMBUSTIBLE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD COMPRADA U OBTENIDA	VARIACION DE STOCK 1/	ORIGEN DE LA COMPRA U OBTENCIÓN DEL COMBUSTIBLE		
				Compra EDS	Compra a Distribuidor	Compra a otros. A quien?
Gasolinas	( kgal /año)					
Kerosene	( kgal /año)					
Diesel Oil	( kgal /año)					
Fuel Oil	( kgal /año)					
Gas Licuado de	( kgal /año)					
Carbón vegetal	(Tm/año)					
Leña	(Tm/año)					
Productos de caña	(Tm/año)					
Gas Natural	(m³/año)					
Otro.Cual?						

1/ Es la existencia del combustible al 31 de diciembre del 2014, menos la existencia al 31 de diciembre del año anterior.

#### AUTOGENERACIÓN

A1. ¿La empresa cuenta con Autogeneración	Sí. (Pase a la pregunta A2.) No. (Pase a la pregunta A3.)	
A2. Frecuencia de la autogeneración	Horas a la semana promedio	
Programada		
Continúa		
Emergencia		

A3. Indique las siguientes características de las plantas de autogeneración

PLANTA	Combustible utilizado							Potencia Instalada	Rendim. promedio kWh por galón	Tiempo de operación
	GLP	Gasolina	Kerosene y Jet Fuel	Diesel	Fuel Oil	Coque	Carbón			
Planta 1										
Planta 2										
Planta 3										
Planta 4										
Planta 5										

En el módulo III se registran los equipos de fuerza y de transporte, ya sean eléctricos o a combustible, se anotan los consumos de electricidad o combustible.



Tabla 109. Módulo IV y V Otros usos y consumo de electricidad

## MÓDULO IV: OTROS USOS

## C1. EQUIPOS DE ILUMINACION

Tipo de luminarias	Cantidad activa	Potencia total instalada	Horas de uso promedio a la semana
		kW	
Reflectores			
Incandescentes			
LEDs			
LFCs			
Otros cuáles?			

## C2. EQUIPOS DE CALOR DIRECTO

Tipo de luminarias	Cantidad activa	Potencia total instalada	Horas de uso promedio a la semana	Consumo de combustible gal/hora
		kW		
Hornos				
Quemadores				
Estufas				
Otros cuáles?				

## MODULO V: CONSUMO DE ELECTRICIDAD

Normalmente ¿Cuántas horas DISPONE de servicio eléctrico al día?	Horas
--	-------

Determine la Energía Eléctrica y Potencia Facturadas en año anterior	TOTAL DE ENERGIA ELECTRICA	kWh/o \$
	POTENCIA MÁXIMA (Si aplica)	kW
	PROMEDIO DE POTENCIA	kW

Empresa Distribuidora, Generador, Parque Industrial u Otro Proveedor	OTRO
--	------

Indique el tipo de cliente	
No Regulado	
Regulado	

Indique el tipo de tarifa	
BTS-1 = Baja Tensión Simple 1	
BTD = Baja Tensión con Demanda	
BTH = Baja Tensión con Demanda Horaria	
MTD-1 = Media Tensión con Demanda 1	
MTH = Media Tensión con Demanda Horaria	

## 8.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA

Realizar un diagnóstico de la información existente constituye obviamente la primera etapa de cualquier diseño muestral. Ese diagnóstico debe basarse en el análisis de la información que brindan las cámaras de construcción sobre el total de metros cuadrados construidos en cada tipo de edificaciones. Las oficinas de obras públicas (Ministerio de Obras, municipalidades, etc.) también pueden tener información sobre proyectos ejecutados y obras en ejecución.

La información de base la constituyen los consumos totales de energía de cada subsector y el número de empresas constructoras.

En cuanto a los consumos energéticos subsectoriales totales se pueden presentar tres diagnósticos diferentes.

- Los consumos subsectoriales están agregados y en general incluidos en el sector construcción.
- Se conocen los consumos energéticos de solo uno de los subsectores
- Se conocen los consumos energéticos en los dos subsectores analizados

En este último caso a partir de este universo de referencia se debe diseñar la encuesta para la apertura de esos consumos totales por energéticos y por usos.

En cualquiera de los otros casos, ya sea en el primero en donde a partir del BEEF se conocen los consumos agregados, pero que en algunos casos se dispone de la información que permitiría desagregarlos o en el segundo caso que presentan algunos países en el cual se conoce con algún detalle solo uno de los subsectores, cualquiera sea el caso se debe proceder inevitablemente a su desagregación previo a la elaboración de los BEEU para poder aplicar una encuesta de usos y poder cuantificar la participación de cada fuente en cada uso para cada subsector.

### 8.7.1 Pautas de Diseño Muestral

Las pautas de diseño muestral que se proponen a continuación para la encuesta de usos son válidas si se dispone de la información sobre consumos energéticos por subsector, además de la información no energética propia a cada subsector que caracteriza el nivel de la actividad económica. También es válido en líneas generales lo expuesto para el sector industrial en cuanto a la "ley de las proporciones asimétricas", en que un número muy pequeño de empresas explica un gran porcentaje del consumo.

Sobre esta base se propone realizar un muestreo estratificado, considerando a cada subsector por separado y dentro de ellos estratificar de acuerdo a sus características. Existirá así una clara diferenciación en cuanto a la conformación de los estratos en los dos subsectores, la variable de estratificación, al igual que en los demás sectores estudiados, puede ser el número de personas empleadas o el total de m<sup>2</sup> cuadrados construidos o total vendido el último año.

Fotografías de portada:

Derecho de autor: <a href='https://es.123rf.com/profile\_jackstudio'>jackstudio / 123RF Foto de archivo</a>

Derecho de autor: <a href='https://es.123rf.com/profile\_samartiw'>samartiw / 123RF Foto de archivo</a>

Derecho de autor: <a href='https://es.123rf.com/profile\_snyfer'>snyfer / 123RF Foto de archivo</a>

Derecho de autor: <a href='https://es.123rf.com/profile\_vencavolrab78'>vencavolrab78 / 123RF Foto de archivo</a>



PAÍSES MIEMBROS  
DE OLADE:

Argentina  
Barbados  
Belice  
Bolivia  
Brasil  
Chile  
Colombia  
Costa Rica  
Cuba  
Ecuador  
El Salvador  
Grenada  
Guatemala  
Guyana  
Haití  
Honduras  
Jamaica  
México  
Nicaragua  
Panamá  
Paraguay  
Perú  
República Dominicana  
Suriname  
Trinidad y Tobago  
Uruguay  
Venezuela  
Argelia (país participante)

Av. Mariscal Antonio José  
de Sucre N58-63 y  
Fernández Salvador  
Edificio Olade,  
Sector San Carlos  
Casilla 17-11-6413  
Quito - Ecuador



[www.olade.org](http://www.olade.org)



[/olade.org](https://www.facebook.com/olade.org)



[@oladeorg](https://twitter.com/oladeorg)

