

BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA ÚTIL DE PARAGUAY 2021

olade

ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA | LATIN AMERICAN ENERGY ORGANIZATION | ORGANIZAÇÃO LATINO-AMERICANA DE ENERGIA | ORGANISATION LATINO-AMERICAINE D'ENERGIE



MINISTERIO DE
**OBRAS PÚBLICAS Y
COMUNICACIONES**
VICEMINISTERIO DE
**MINAS Y ENERGÍA
PARAGUAY**



Financiado por
la Unión Europea



BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA ÚTIL DE PARAGUAY 2021



MINISTERIO DE
**OBRAS PÚBLICAS Y
COMUNICACIONES**
VICEMINISTERIO DE
MINAS Y ENERGÍA
PARAGUAY

Créditos

Este documento fue preparado bajo la dirección de:



Econ. Andrés Rebolledo-Smitmans
Secretario Ejecutivo

Ing. Medardo Cadena
Director de Estudios,
Proyectos e Información

Este documento fue realizado por:



Ing. Nicolás Di Sbroiavacca
Ing. Raúl Landaveri
Lic. Alberto Müller
Lic. Gustavo Nadal
Lic. Alicia Picco
Ing. Alejandra Romano

En coordinación con el:



Abg. Mauricio David Bejarano Martí
Vice Ministro de Minas y Energía

Ing. Roberto Enrique Fariña Castagnino
Director de Energía del Vice Ministerio
de Minas y Energía

Revisores:

Lic. Daniel Eliseo Puentes Albá
Ing. Diego Tamatía Coronel Bejarano
Lic. Hugo Ariel Ramírez Mereles
Ing. Andrés González Alvarenga
Ing. Santiago Manuel Ruíz Galeano
Ing. Nabila Nahir Duarte Ovejero
Lic. Juan Carlos Guillén Ortiz

Diseño y Diagramación:

Mila Design Ecuador
(593) 987529485 / miladesignec@outlook.com

Foto de portada: [Pixabay.com](https://pixabay.com); Otras imágenes: freepik.com



Financiado por
la Unión Europea



Este documento se ha realizado con la ayuda financiera de la Unión Europea, a través de la AECID. Las opiniones expresadas en el mismo no representan necesariamente la opinión oficial de la Unión Europea ni de la AECID.

Las denominaciones empleadas en los mapas y la forma en que están presentados los datos que contienen no implican, de parte de OLADE, juicio de valor alguno sobre la condición jurídica y la división político – administrativa de los países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Contacto OLADE

Avenida Mariscal Antonio José de Sucre N58-63 y Fernández Salvador
Edificio OLADE- Sector San Carlos
Quito - Ecuador
Teléfono: (593-2) 2598-122/2531-674
www.olade.org

Índice

Tomo I: Sector Transporte

1. Objetivo	8
2. Abordaje metodológico	9
2.1 Consideraciones generales	9
2.2 El transporte automotor	10
2.3 Los modos restantes	14
2.4 Conciliación con los consumos energéticos	15
3. El sector transporte en Paraguay: breve semblanza	16
4. El Balance de Energía Útil del Sector Transporte	20
4.1 El transporte automotor	20
4.1.1 A-Cálculo vía parque vehicular	20
4.1.2 B-Cálculo vía actividad	29
4.1.3 Abordajes A y B: comparación de resultados	35
4.2 Los modos restantes	36
4.2.1 El modo ferroviario	36
4.2.2 El modo fluvial	36
4.2.3 El transporte aéreo	37
4.3 Resultados agregados	39
Referencias	43

Tomo II: Sector Industrial

1. Aspectos metodológicos	46
Sobre el concepto de energía útil	49
2. Consumo de energía del sector Industrial	51
2.1 Consumo de energía final por fuentes y usos	51
2.2 Consumo de energía útil por fuentes y usos	56
2.3 Rendimientos de utilización promedio	59
2.4 Consumo de residuos de biomasa	61
3. Consumo de energía por subsectores	66
3.1 Consumo de energía final por fuentes	66
3.2 Consumo de energía final por usos	70
4. Consumo final de energía según el tamaño de los establecimientos	74
4.1 Consumo de energía final por fuentes	74
4.2 Consumo de energía final por usos	76
5. Consumo de energía final por tipo de equipo y antigüedad	78
Consumo en fuerza motriz por rango de potencia	87
6. Autoproducción de electricidad	88
7. Medidas de eficiencia energética y barreras	91
Anexo 1. Consumo de energía por fuentes y usos según subsectores	93
A1.1 Frigoríficos	93
A1.2 Aceites	97
A1.3 Molinería y Panadería	100
A1.4 Azúcar	104

A1.5 Resto de Alimenticias, Bebidas y Tabaco	107
A1.6 Textiles y Cuero	111
A1.7 Papel e Impresión	114
A1.8 Biocombustibles	118
A1.9 Química, Caucho y Plásticos	121
A1.10 No Metálicos	125
A1.11 Metales	128
A1.12 Otras Industrias Manufactureras	132
Anexo 2. Consumo de energía por fuentes y usos según tamaño del establecimiento	136
A2.1 Muy Grandes	136
A2.2 Grandes y Medianos	140
A2.3 Pequeños.	143
Anexo 3. Actividades CIIU incluidas en cada subsector	147
Anexo 4. Rendimientos adoptados	153
Anexo 5. Diseño muestral	157
1. Marco muestral	157
2. Tipo de diseño muestral	161
3. Tamaño de la muestra	162

Tomo III: Sector Residencial

1. Aspectos metodológicos	168
Sobre el concepto de energía útil	171
2. Consumo de energía del sector Residencial	172
2.1 Consumo de energía final por fuentes y usos	172
2.2 Consumo de energía útil por fuentes y usos	176
2.3 Rendimientos de utilización promedio	179
3. Consumo de energía por área Urbana y Rural.	181
3.1 Consumo de energía Residencial Urbano	181
3.2 Consumo de energía Residencial Rural	187
4. Consumo de energía por nivel socioeconómico	194
4.1 Consumo final por estrato y fuentes	194
4.2 Consumo de energía útil por hogar y uso según estrato	196
4.3 Consumo final de electricidad por hogar según estrato	198
5. Consumo final por tipo de artefacto y antigüedad	199
6. Parque de artefactos y porcentaje de hogares	207
que los disponen	207
7. Autoproducción de electricidad	213
8. Consumo de energía y género	214
8.1 Introducción	214
8.2 División sexual del trabajo doméstico mediada por artefactos energéticos en Paraguay	215
8.3 Inequidad de género relacionada con la energía	221
8.4 Fuentes energéticas utilizadas en los usos cocción, calentamiento de agua y calefacción.	222
8.5 Conclusiones	228

Anexo 1. Matrices de consumo de energía final, energía útil y rendimientos por estrato	231
Anexo 2. Tabla de rendimientos adoptados	246
Anexo 3. Diseño muestral	248
1. Objetivo	248
2. Área de estudio	248
3. Población objetivo	248
4. Marco de muestreo	249
5. Diseño y tamaño de muestra	249

Tomo IV: Consolidación y metodología de actualización

1. Introducción.	254
2. Matriz general del BEN 2021 y del BEU 2021.	256
3. Diferencias entre el BEU 2021 y el BEN 2021.	259
3.1 Sector Transporte	259
3.2 Sector Industrial	260
3.3 Sector Residencial	261
3.4 Consumo Energético	263
3.5 Producción de Energía Primaria	265
4. Metodología de actualización del BEU	266
4.1 Obtención de los consumos de energía final por fuentes y sectores	267
4.1.1 Re-expansión de las muestras	267
4.1.2 Ajuste del consumo final de fuentes comerciales	268
4.1.3 Ajuste del consumo neto total de fuentes no comerciales	269
4.2 Obtención del consumo de energía útil por fuentes y usos en cada módulo homogéneo (MH) y el total	269
5. Conclusiones y recomendaciones	270



SECTOR TRANSPORTE



TOMO I



1. Objetivo

El propósito de este informe es presentar el cálculo del Balance de Energía Útil (BEU) de la República de Paraguay para el sector Transporte. Este instrumento permitirá contar con elementos de juicio para un mejor diseño de las políticas energéticas del país, en consonancia con los compromisos y metas nacionales en el marco de la Agenda 2030 y las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC) asumidas por Paraguay en el ámbito del Acuerdo de París y de la consecución de sus objetivos a largo plazo.

El año adoptado para el cálculo es 2021.

El capítulo 2 desarrolla el abordaje metodológico empleado. Seguidamente, se presenta un breve panorama acerca del sector Transporte de Paraguay (capítulo 3), para luego encarar el cálculo del Balance de Energía Útil (capítulo 4).

Se detallan a continuación los factores de equivalencia energética adoptados en este trabajo:

Tabla 1.1. Factores de conversión

	Factor
Alcohol	0,5199 tep/m ³
Gasolina	0,7769 tep/m ³
Diésel	0,8659 tep/ m ³
Kerosene/Jet	0,8248 tep/ m ³

Fuente: OLADE.



2. Abordaje metodológico

2.1 Consideraciones generales

El propósito del BEU es obtener un detalle tan abierto como sea posible de las características del consumo energético de un país en su uso final por parte de los diferentes agentes (empresas, familias, Estado), a fin de brindar un adecuado fundamento para la formulación de planes y políticas.

El BEU considera la totalidad de las fuentes de energéticas empleadas por una economía para el desarrollo de sus actividades¹. En el caso del sector Transporte, las fuentes relevantes son en general los hidrocarburos, como así también los biocombustibles líquidos y todas aquéllas que se emplean para la generación eléctrica; en otras palabras, todas aquellas fuentes que permiten la operación de modos motorizados de transporte².

La determinación de las características de los consumos energéticos del sector Transporte es una tarea que enfrenta dificultades importantes, dada la gran atomización institucional imperante, en particular en el transporte automotor o carretero, que es siempre el modo de mayor incidencia. De hecho, las fuentes informativas más confiables son aquéllas que se refieren al consumo energético del subsector; y, aun así, existen dificultades para el caso del diésel, dados sus múltiples usos, y la existencia de canales de distribución que no permitan la discriminación. Los actores sectoriales generan información en grado variable, dependiendo en parte de su específica regulación, y del eventual interés estatal en su obtención. Los modos diferentes al automotor suelen generar información acerca de su actividad; en caso de este último, en cambio, sólo existe información sistemática en la medida que se la demanda a raíz de específicos marcos regulatorios.

Estas razones llevan a que - en varios segmentos - la estimación del BEU vaya de la mano de la de indicadores de la propia actividad, referidos a tráfico o tránsito. El procedimiento pasa entonces por estimar en forma conjunta los niveles de actividad y los consumos de distintos componentes del sector; se emplea como variable de control los consumos globales de energía consignados en estadísticas compiladas con regularidad, típicamente con el propósito de elaborar los corrientes balances energéticos nacionales. El sector propiamente energético genera información en forma sistemática y continua, por sus

1 Solo queda exceptuado el consumo energético de los seres vivos.

2 En el caso de Paraguay, el uso de energía eléctrica a fines del transporte es poco relevante.



específicas características institucionales, fundadas en el carácter estratégico de la energía para el desarrollo de las actividades en general.

La presente estimación apuntará a brindar resultados por modo y tipología de vehículos (esto último en el caso del transporte automotor), por tipo de tráfico (pasajeros y cargas) y por usos en los ámbitos urbano e interurbano.

Los procedimientos a emplear serán específicos para cada modo de transporte.

2.2 El transporte automotor³

En el caso del *transporte automotor*, se aplicará un procedimiento fundado en dos aproximaciones alternativas, que obtienen resultados por vías diferentes, permitiendo así un control cruzado. Este doble abordaje es necesario, dado que la información disponible y susceptible de estimación no resulta ser de confiabilidad suficiente.

El primero consiste en emplear los datos disponibles de parque vehicular, y obtener estimaciones de consumo a partir de hipótesis sobre recorrido medio anual y coeficientes de consumo unitario de combustible; se lo denominará **"A-Cálculo vía parque vehicular"**. El segundo abordaje parte de la estimación de niveles de actividad en forma desagregada (urbano e interurbano, pasajeros y cargas), los que se traducen a volúmenes de tránsito anual (medidos en veh-km), y luego a consumos, mediante el uso de coeficientes de consumo. Este segundo abordaje será denominado **"B-Cálculo vía actividad"**.

Ambos cálculos son luego conciliados entre sí en términos los vehículos-km obtenidos y con el consumo agregado de combustible. Esta conciliación tendrá carácter de aproximación (no será una conciliación propiamente contable). El resultado final se presentará en términos de tipología de vehículos, con la apertura brindada por el abordaje A; suplementariamente, se obtendrá la distribución de los consumos en función de los tipos de tráfico (pasajeros y cargas) y los ámbitos (urbano e interurbano), a partir de lo obtenido por el abordaje B.

A continuación se detalla cada abordaje, indicándose supuestos, procedimientos y limitaciones de los resultados.

³ En este trabajo, usaremos indistintamente las locuciones "transporte automotor" y "transporte carretero".



A-Cálculo vía parque vehicular

El cálculo procede a partir de la ecuación siguiente, válida para cada tipología i de vehículo, y al tipo j de combustible que emplea:

$$\boxed{\text{Consumo}_{i,j} = \text{Parque}_{ij} \times \text{km/año}_i \times \text{consumo}/\text{km}_{i,j}}$$

De esta forma, se obtiene el consumo total de cada tipo de combustible y tipo de vehículo. La suma total del consumo estimado de combustible deberá aproximarse al dato global de consumo del mismo.

Este procedimiento es sencillo en lo conceptual, pero enfrenta limitaciones en su implementación, dado que los tres componentes de la ecuación indicada no son determinables con precisión, por las razones que se indican a continuación:

- Parque vehicular: la información correspondiente por lo general sobreestima el parque en operación efectiva, por cuanto las bajas no son usualmente consignadas en su totalidad, además de registrarse el caso de vehículos antiguos de uso esporádico. Este aspecto es controlable sin embargo a partir de la elaboración de una estimación alternativa basada en las incorporaciones y en hipótesis de retiros; si bien se trata en esencia de una aproximación, este segundo cálculo permite una validación.
- Recorrido medio anual: no se dispone de un dato preciso, salvo que se realice una encuesta específica a este propósito⁴. En consecuencia, deben adoptarse valores que surgen de fuentes secundarias (mercados de segunda mano, consultas a informantes calificados).
- Consumo unitario: los valores de consumo unitario varían en medida importante, en función del tipo de uso del vehículo (particular, comercial, etc.), el ámbito (urbano e interurbano) y la forma de manejo, además claro está de sus características técnicas y de su antigüedad. Los únicos valores sistemáticos disponibles responden a pruebas en condiciones específicas y a informaciones del fabricante, además de eventuales informantes calificados. No se dispone por lo general de relevamientos empíricos en escala suficiente como para conocer la confiabilidad de estos valores. Existen por otro lado estimaciones realizadas para la evaluación de proyectos viales, que apuntan a establecer pautas de consumo para diferentes velocidades de operación.

⁴ En el caso de Argentina, la propuesta de Plan de Eficiencia Energética elaborada por GFA-Fundación Bariloche-EQO Nixus, por encomienda de la Unión Europea, ha realizado una encuesta con este propósito. Véase https://eficienciaenergetica.net.ar/img_publicaciones/08201809_BEU-TRANSPORTE.pdf



Se deben adoptar en consecuencia valores estimados como razonables, que admiten variabilidad. Afortunadamente, los valores máximos y mínimos esperables son bastante acotados. En el caso del parque, el valor máximo es el dato consignado en los registros estatales. Igualmente, los consumos unitarios y los recorridos medios anuales son relativamente estables, para el subconjunto de vehículos de baja antigüedad⁵.

Una propiedad de esta vía es que permite estimar valores de tránsito total y consumo de combustible para una tipología relativamente abierta de vehículos, en función de la disponibilidad de información procesable.

Esta aproximación será conciliada en forma estricta con las estimaciones de consumo de combustible en el sector transporte, estimaciones que surgen inicialmente del Balance Energético del Paraguay, y que luego son revisadas por el presente trabajo de consultoría.

B-Cálculo vía actividad

Este abordaje es notablemente más complejo y demandante, pero tiene la ventaja de proporcionar una mayor desagregación en términos de ámbitos, al distinguir entre operación urbana e interurbana⁶. Procede en forma diferenciada para los casos de transporte urbano de pasajeros, transporte urbano de cargas y transporte interurbano.

Para el *transporte urbano de pasajeros*, se parte de una estratificación de los centros urbanos. Para una tasa dada de generación de viajes, se asumen distribuciones modales para el estrato de regiones metropolitanas (para las que suelen existir estudios que brindan indicaciones al efecto), y para el estrato de centros menores (de 2.000 a 10.000 habitantes), caso para los que los viajes motorizados son marginales, y no existe transporte colectivo. La distribución intermodal para los viajes de los estratos intermedios es obtenida por interpolación. La demanda de viajes es traducida a vehículos-km, en función de distancias de viaje propias de cada estrato y factores de ocupación usuales. Estos valores de tránsito son anualizados, para luego aplicar coeficientes de consumo de combustible, obteniéndose así valores globales de consumo para transporte individual y colectivo.

La estimación de flujos para el *transporte urbano de cargas* parte de la identificación del parque propio de esta actividad (estrato de camiones pequeños y medianos) a los que se les adjudica un recorrido medio diario, y luego anual. El total de veh-km es

⁵ En la encuesta mencionada para la Argentina, el estrato de automóviles de hasta 10 años de antigüedad presenta recorridos anuales de entre 12.000 y 18.000 km. El estrato siguiente ve caer fuertemente estos valores, hasta 7.000 km/año.

⁶ Véase: https://eficienciaenergetica.net.ar/img_publicaciones/06041553_18-SectorTransportepolticas.pdf.



luego afectado por un factor de consumo de combustible, a fin de obtener el consumo total correspondiente.

Por último, lo referido a *transporte interurbano* es tratado a partir de los datos existentes y/o estimables de flujos de tránsito para carreteras, y su composición vehicular; en el caso particular de Paraguay, como no se dispone de información completa acerca de los tránsitos, se realiza una estimación que combina datos de estaciones de peaje con la distribución de volúmenes de tránsito obtenida de la experiencia internacional⁷. Se proyectan los tránsitos detectados para el total de la red vial, obteniéndose así los vehículos-km por tipología de vehículo; de allí, nuevamente a partir de coeficientes de consumo de combustible, se obtienen los consumos totales.

La totalización de los consumos de combustible es luego comparada con los registros de ventas de combustible para transporte.

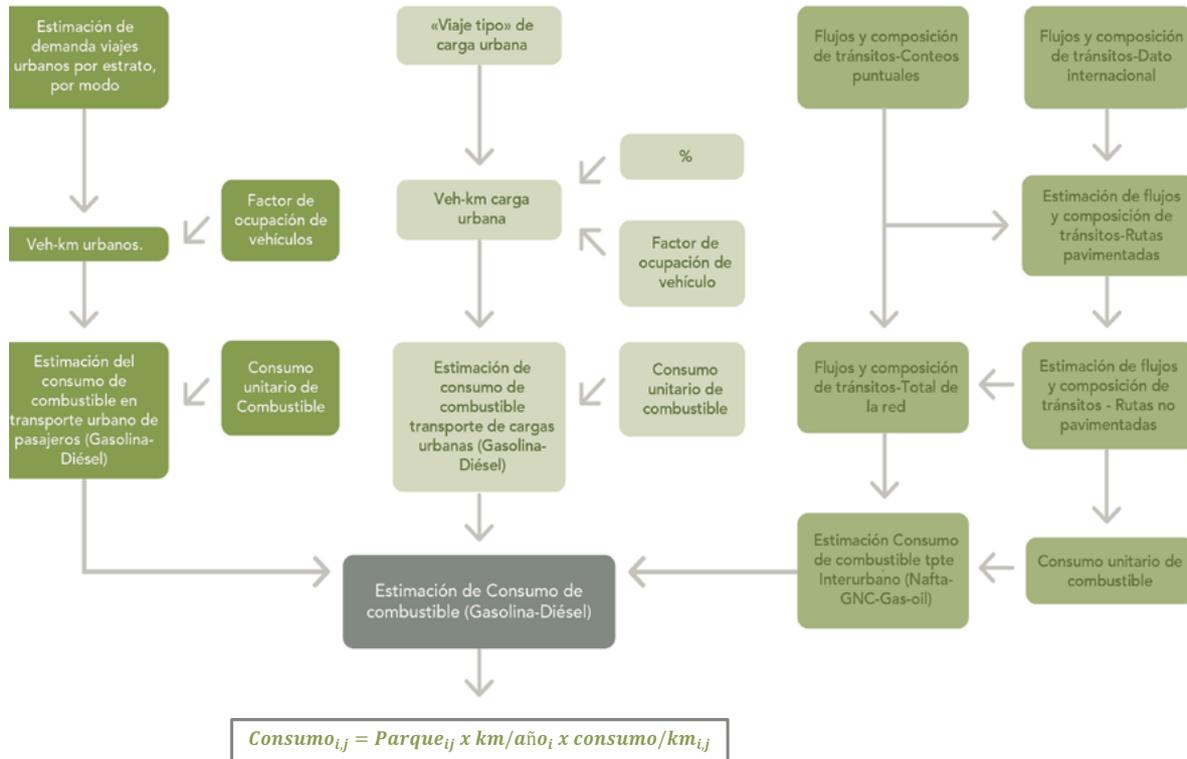
El abordaje B abunda en supuestos, y por lo tanto puede sostenerse sólo en la medida en que pueda compatibilizarse en términos tanto de consumo de combustibles como de los volúmenes de tránsito obtenidos por el abordaje A. De esta manera, ambos abordajes se complementan.

El diagrama a continuación ilustra la totalidad del procedimiento propuesto

⁷ Esta estimación proviene de los datos de tránsito de rutas nacionales y de una estimación ad-hoc del tránsito en rutas provinciales, para el caso de la Argentina. Véase: https://eficienciaenergetica.net.ar/img_publicaciones/08201809_BEU-TRANSPORTE.pdf- Propuesta de Plan Nacional de Eficiencia Energética - Argentina - GFA-Fundación Bariloche-EQO-nixus-Ceddet-2021.



Figura 2.1. Transporte carretero: Estimación de tráfico y consumo - Abordaje B-Cálculo vía actividad



2.3 Los modos restantes

Para los modos restantes, en la medida en que su actividad sea relevante, se estimarán los consumos a partir de datos de los niveles de actividad registrados, asumiendo estándares de consumo.

En el caso del transporte aéreo, el combustible utilizado es específico (jet fuel⁸), lo que permite obtener en forma inmediata los consumos, siendo importante que se distinga entre ventas al cabotaje y bunker (vuelos internacionales).

⁸ En el Balance Energético de Paraguay, se adopta la denominación "kerosene-jet fuel". Normalmente, el combustible para transporte aéreo puede ser tanto jet fuel (JP 1 o similar) o aeronafeta; prevalece en general el primero, por su uso en turbinas de reacción. En este trabajo solo se hará referencia al jet fuel únicamente.



Ya para los modos restantes (transporte fluvial y ferroviario), se trata de consumidores exclusivamente de combustible diésel. Se requieren estimaciones ad-hoc, si no se dispone de una discriminación de usos, consignada en alguna fuente como el Balance Energético Nacional, producida en forma regular y sistemática por los países, o resultado de alguna estimación realizada por entidades multilaterales (OLADE, etc.).

2.4 Conciliación con los consumos energéticos

Los consumos agregados de los distintos tipos de combustibles serán conciliados con el Balance Energético Nacional (BEN). Esta conciliación será inmediata en el caso de combustibles empleados exclusivamente en el sector Transporte (como es el caso ya mencionado del jet fuel), dado que será información extraída del propio balance. En los casos restantes, se ajustarán los parámetros de la actividad a fin de conciliarlos con el dato agregado de consumo que surgen del Balance de Energía Útil (BEU)⁹. Para el transporte automotor, este ajuste será realizado en el caso del Abordaje A.

⁹ Cabe señalar que se obtendrán valores de consumo de diésel consistentes con las estimaciones de los consumos estimados en los sectores agrícola e industrial por este estudio; se remite a este efecto a lo indicado en el Tomo IV del presente estudio.



3. El sector transporte en Paraguay: breve semblanza

Con una superficie de 406.752 km² y una población estimada de 7,35 millones de habitantes a 2021¹⁰, Paraguay es un país de talla moderada. Su densidad demográfica asciende a 18,1 hab. /km², un valor similar al de otros países de la región.

La distribución espacial es sin embargo muy desigual. El sector al oriente del Río Paraguay concentra el 97% de la población, en una superficie de 160.000 km² aproximadamente; esto arroja una densidad relativamente elevada (44,6 hab/km²). El sector al occidente de dicho río reúne la escasa población restante en una superficie del orden de 246.000 km², resultando una densidad extremadamente baja (0,9 hab/km²).

La estimación de población urbana en Paraguay se realiza de la manera siguiente. Se definen cuatro áreas metropolitanas mayores, por los municipios que las componen; se trata de los aglomerados de Asunción, Ciudad del Este, Encarnación y Pedro Juan Caballero; la población correspondiente es la de la totalidad de los municipios que las integran. Para el resto de los centros urbanos, se asume que los municipios correspondientes a las cabeceras de distrito constituyen población urbana, con independencia de la escala¹¹; se obtiene así una tasa de urbanización estimada en 62,1%. Si se consideran urbanas solamente las cabeceras de distrito con población superior a los 2.000 habitantes¹², la incidencia de la población urbana es de 61,9%. Estos valores ubican a Paraguay en el conjunto de países relativamente menos urbanizados, en términos comparativos, en América del Sur.

El 61% del total de la población urbana corresponde al Aglomerado de Asunción¹³; Ciudad del Este es el segundo centro en importancia, con 13% de la población urbana.

10 Según el Instituto Nacional de Estadística de Paraguay (INE) - <https://www.ine.gov.py>

11 Véase https://www.cepal.org/sites/default/files/def_urbana_rural.pdf

12 Este límite de población para definir escala urbana es adoptado - con variantes - por varios países de América Latina (entre ellos, Argentina, Bolivia y Colombia). Ver referencia en nota anterior.

13 Se entiende por "Aglomerado de Asunción" al conjunto de los territorios comprendidos por los Departamentos Asunción y Central. De aquí en más, salvo indicación en contrario, los términos "Aglomerado de Asunción" y "Asunción" serán empleados indistintamente, para aludir al conjunto poblacional mencionado (esto es, la agregación de los Departamentos Asunción y Central).



Paraguay se ubica en el conjunto de países de desarrollo medio-alto, en la clasificación del Banco Mundial de 2018¹⁴; su PIB per cápita en términos de paridad de poder adquisitivo es de 15.037 dólares corrientes (2021)¹⁵.

El país dispone de una red importante de transporte terrestre, centrada exclusivamente en el modo carretero; el transporte ferroviario tuvo un incipiente desarrollo (esencialmente, se trataba de un ramal que unía Encarnación con Asunción), pero lo poco que se había construido fue desactivado. En la actualidad el único servicio ferroviario en operación es el servicio de ferrocarril internacional entre las ciudades de Posadas (Argentina) y Encarnación (Paraguay). Se trata de un tren diésel de pasajeros con un recorrido total de 8 km que cruza el río Paraná a través del puente internacional "San Roque González de Santa Cruz". El servicio es operado por una empresa argentina. No será considerado aquí por su escasa relevancia.

Las vías pavimentadas totalizan 8.822 km; a esto se agrega una red de vías no pavimentadas, que suma 69.798 km¹⁶. Como sería de esperar, el grueso de las carreteras pavimentadas (7.662 km) se sitúa en la región oriental, que cuenta así con 48 km de rutas por 1.000 km². La región occidental se ha visto beneficiada por la construcción de la Ruta Transchaco, que vincula el Río Paraguay con la frontera con Bolivia; en total, esta región cuenta con 1.160 km de vías pavimentadas.

Las vías de más de dos carriles existen casi exclusivamente en zonas urbanas; se asumirá a los fines de este trabajo que esta configuración será la única relevante.

No se realizan conteos de tránsito en forma sistemática; pero la implementación generalizada del peaje permite contar con estadísticas de tránsito pasante en 18 estaciones de cobro, localizadas en una variedad de puntos de la red. A partir de estos datos, y de información brindada por el Plan Maestro de Transporte (págs. 95-97)¹⁷, ha podido elaborarse una estimación del volumen de tránsito y su composición, en vías interurbanas pavimentadas; en promedio, se estima un total de casi 2.000 vehículos diarios, 60% de los cuales son automóviles. En vías no pavimentadas, se ha aproximado un tránsito de cerca de 350 vehículos diarios. El tráfico de motocicletas representa una proporción significativa (20% en rutas pavimentadas)¹⁸.

14 Véase <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519>

15 Fuente: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.PP.CD?locations=PY>

16 Fuente: DINATRAN-Anuario Estadístico de 2020. No se ha publicado información para el año 2021.

17 CSI Ingenieros-COMYCSA-Steer, Davies, Gleave - Actualización del Plan Maestro de Infraestructura y Servicios de Transporte del Paraguay-MOPC - noviembre 2018.

18 Más adelante, se presenta información más detallada acerca de estas estimaciones.



En cuanto al modo fluvial, el mismo muestra una importante actividad relacionada al tráfico internacional, desarrollándose casi exclusivamente por los ríos Paraguay, hacia y desde el Río Paraná Medio (Argentina), tocando puertos fluviales de la Argentina. El sistema de puertos en torno de Asunción concentra la virtual totalidad del tráfico, que comprende tanto a granel (granos, combustibles) como contenedores. Operan buques fluviales y trenes de barcazas. El tráfico de cabotaje sobre el Río Paraguay no muestra un volumen importante, esencialmente por el escaso poblamiento de su zona de influencia y las distancias de transporte relativamente bajas¹⁹.

El tráfico fluvial por el Alto Paraná (Confluencia-Guaira) es marginal; no existen puertos relevantes sobre esta vía, pese a que la mayor parte de la producción de granos (principalmente, soja) se sitúa en el extremo este del país. El empleo de ese tramo fluvial se encuentra obstaculizado por las represas de Yacyretá e Itaipú; mientras la primera cuenta con una esclusa para navegación de capacidad modesta, la segunda ni siquiera permite el paso de embarcaciones²⁰.

No se dispone de cifras referidas los volúmenes de pasajeros y cargas movilizadas a nivel interurbano, por el transporte automotor. Dada la elevada concentración de actividades en el sector oriental del país, es razonable asumir un valor reducido de distancia media de la carga; se adopta aquí un recorrido medio de la carga de 200 km. Para valores usuales de carga media por camión (para la configuración de camión simple y camión con acoplado o semi-remolque²¹), se obtiene una estimación de tráfico del orden de 50 millones de toneladas y 10.100 millones de ton-km. Se enfatiza que estos valores deben ser considerados a título meramente orientativo

El transporte urbano también se encuentra a cargo exclusivamente del modo automotor, tanto individual como colectivo. Se estima, en base a los procedimientos aplicados en este trabajo, un total de 6 millones de viajes diarios motorizados en día hábil (empleando motocicletas, automóviles y autobús) en los ámbitos urbanos del país, 2/3 de los cuales tienen lugar en el Aglomerado de Asunción.

El transporte aéreo de cabotaje es de bajo volumen. Esto puede imputarse a la buena transitabilidad de la red vial, y a las reducidas distancias que separan las principales áreas urbanas. Como ejemplo, la distancia entre Asunción y Ciudad del Este (el segundo centro en

19 Debe señalarse que existe además tráfico sobre el Río Paraguay originado en Bolivia y Brasil.

20 Antes de la construcción de la represa de Yacyretá existía un salto de agua (los rápidos de Yacyretá-Apipé) que imposibilitaba la navegación. De allí que no exista tradición de navegación entre los ríos Alto Paraná y el Paraguay.

21 Se adoptan como valores de carga media por camión 3 toneladas para el camión simple y 10 toneladas para el camión con acoplado o semi-remolque.



orden de importancia) es de poco más de 300 km; de hecho, existe hoy día una muy limitada conexión aérea por líneas regulares entre esta ciudad y Asunción (3 vuelos semanales), siendo éste la única prestación de navegación aerocomercial del país. Esto no quita que exista una actividad aérea en cabotaje, aunque protagonizada esencialmente por operaciones que no responden al concepto de servicio regular en régimen de servicio público.

Estas características del sistema de transporte de Paraguay llevan a que el transporte carretero sea por lejos el de mayor interés, a los fines de la elaboración del BEU²².

²² En el Plan Nacional de Logística de Paraguay -2013 puede encontrarse una caracterización del sector Transporte.



4. El Balance de Energía Útil del Sector Transporte

4.1 El transporte automotor

Este apartado construye el BEU para el transporte automotor. Se detallan a continuación supuestos y procedimientos adoptados, siguiendo los dos abordajes presentados previamente.

Corresponde señalar que el Gas Licuado de Petróleo es utilizado en el transporte automotor (tal como consta en el Balance Energético); pero siendo su incidencia absolutamente marginal, no será considerado en lo que sigue²³. En cuanto a la electromovilidad, se trata de una modalidad aún poco representativa; entre 2010 y 2021 las estadísticas de comercio exterior registran la importación de menos de 143 vehículos con esta tracción²⁴.

4.1.1 A-Cálculo vía parque vehicular

El cálculo vía parque vehicular (abordaje A), como se explicó, consiste en construir el producto entre parque móvil, recorrido medio anual (km/año) y consumo unitario de combustible (lt/veh-km).

Como punto de partida, se trabaja con la información disponible sobre parque móvil con apertura, en cuanto a tipologías; ella corresponde al año 2021²⁵.

Ahora bien, esta información demanda control, dado que los registros de parque móvil suelen mostrar deficiencias, en lo que se refiere a computar las bajas de vehículos antiguos. El proce-

23 De acuerdo al Balance Energético de Paraguay (Paraguay - MOPC-Vice-Ministerio de Minas y Energía - Balance Energético Nacional 2021 – Resumen Estadístico), el consumo de GLP a fines de transporte sumaba en 2021 un total de 8,3 miles de TEP, sobre un total de 2.654.46 miles de TEP; esto es, representaba el 0,3% del consumo energético del sector.

24 Datos obtenidos de <https://comtrade.un.org/data/>. Se aclara que este dato se refiere solo a vehículos exclusivamente eléctricos, no así a vehículos híbridos.

25 Esta información fue obtenida del compendio estadístico de DINATRAN, para 2021, siendo extraída de la Base de Datos de la Dirección del Registro de Automotores.



dimiento más eficaz es el cotejo con los flujos de incorporaciones; pero esto no fue posible, porque los datos referidos a aquéllas se mostraron incompletos²⁶.

En consecuencia, se realizó un análisis comparativo en base a información internacional, a fin de establecer si la dotación de parque recibida es consistente con lo que ocurre en otros países; en función de restricciones de datos, este análisis excluye las motocicletas. El mismo consistió en lo siguiente:

- (i) Se compilaron datos de dotación de parque per cápita y de ingreso per cápita, corregido por paridad de poder adquisitivo (ppa).
- (ii) Se seleccionaron los países que se consideraron comparables²⁷; esto implicó esencialmente retirar aquéllos de escala muy reducida, (menos de 1 millón de habitantes) o de un ingreso per cápita muy bajo (menor a 5.000 dólares ppa).
- (iii) Se obtuvo mediante regresión una función lineal que vincula ambas variables.
- (iv) Se cotejó el valor de dotación de parque estimado por la función mencionada para el ingreso per cápita de Paraguay con la dotación indicada por el Anuario DINATRAM.

Este ejercicio permitió constatar que la dotación real de parque y la dotación estimada por la ecuación son similares²⁸. En consecuencia, se aceptaron los datos obtenidos.

Debe señalarse seguidamente que la información recibida no distingue el tipo de motorización; esto es particularmente relevante en el caso de automóviles y camionetas/ utilitarios, puesto que emplean tanto motorizaciones Otto como Diésel (los vehículos de mayor talla emplean casi exclusivamente motorización Diésel, mientras que las motocicletas solo emplean motores con ignición a chispa). La incidencia de ambos tipos

26 Se consultaron dos fuentes. La primera refiere a los flujos de comercio de importación de vehículos, brindados por Naciones Unidas (<https://comtrade.un.org/>). La segunda fuente es la página web de la CADAM (Cámara de Distribuidores de Automotores y Maquinaria).

27 Se consideró un total de 102 países. Se cuentan entre ellos tantos países de alto nivel de desarrollo (Estados Unidos, Reino Unido, Nueva Zelanda, etc.) como medio (Argentina, Brasil, Portugal, Estonia, etc.).

28 La dotación de parque surge de <https://datosmacro.expansion.com/negocios/vehiculos-en-uso>; los datos fueron cotejados en algunos casos puntuales, a fines de validación. El ingreso per cápita corregido por paridad de poder adquisitivo se obtuvo de <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>. La ecuación de regresión resulta de una muestra de 84 países. La ecuación lineal es la siguiente (la ordenada al origen resultó ser no significativa):

$$\text{vehículos per cápita} = 12,60747102 \times \text{ingreso per cápita} - r^2 = 0,929$$



de motorización fue estimada a partir de la composición de las importaciones, dado que la fuente consultada²⁹ realiza esa distinción. Debe notarse que se trata de una aproximación razonable, pero no del todo precisa, dado que tales registros no son completos, según se mencionó. Se consideraron las importaciones de los últimos 22 años.

En cuanto a los recorridos medios por vehículo, se adoptaron valores usuales para vehículos de uso particular y comercial³⁰. En el caso de los camiones, debe notarse que la flota considerada incluye vehículos dedicados tanto al transporte urbano como interurbano, siendo que los recorridos anuales son menores en el caso de los camiones de uso urbano. No fue posible realizar una partición por escala del vehículo (asignando así los vehículos de menor talla al transporte urbano), por carencias de información.

Adicionalmente, se realizó una partición entre usos, para el conjunto de vehículos clasificados como "camionetas"³¹. Dada cierta diversidad de esta categoría, que incluye tanto vehículos empleados básicamente para el transporte de personas como para el transporte de bienes, se trazó una distinción, en función de las características de aquéllos. El criterio adoptado consistió en considerar como "vehículos de carga" todos aquéllos cuyo espacio de carga trasero es abierto (o tiene formato de furgón de cargas); los casos restantes se consideraron como dedicados al transporte de pasajeros; este criterio fue aplicado con independencia de la escala del vehículo. Para obtener la incidencia de cada caso, se analizó una muestra representativa de marcas-modelos, cubriendo el 60% de las unidades registradas, dentro de un registro detallado de los vehículos que integran el parque de Paraguay³².

Los consumos unitarios de combustible partieron de valores iniciales provenientes de fuentes diversas, para luego emplearlos para la calibración³³.

29 Base de Naciones Unidas de comercio exterior. (<https://comtrade.un.org/>).

30 Es habitual la importación de unidades usadas; esto inhabilita el empleo como fuente de avisos de venta, por cuanto el kilometraje realizado por cada vehículo incluye recorridos realizados previamente a la incorporación al parque de Paraguay.

31 Esta designación incluye la categoría "pick-up", empleada por la Dirección del Registro de Automotores (DRA).

32 La base correspondiente fue remitida al equipo del presente estudio por la contraparte del Paraguay, siendo una elaboración de información de la base de vehículos confeccionada por la Dirección del Registro de Automotores.

33 Se consultaron datos de Argentina (Dirección Nacional de Vialidad-COSTOP, 2021), Australia (Department of Infrastructure and Regional Development, 2017) y Estados Unidos (Department of Energy-<https://afdc.energy.gov/data/>). Para Paraguay, se recibió una publicación de 2013 (DINATRAN, 2013) que consigna valores análogos, salvo para los casos de automóvil y camioneta, cuyos coeficientes de consumo resultaron a todas luces elevados, en la comparación internacional.



En el Paraguay, además de gasolina y diésel, se emplea extensivamente el alcohol (bioetanol) como combustible destinado a vehículos con motor de ignición a chispa (ciclo Otto). El uso se da bajo dos modalidades:

- en estado puro, para vehículos con motores específicamente diseñados y para los vehículos denominados “flex”, que admiten también gasolina;
- mezclado con gasolina en proporciones determinadas.

No se dispone de información precisa acerca de la importancia relativa del parque con motores aptos para el uso de alcohol; la apreciación que surge del análisis de anuncios de autos usados sugiere una incidencia moderada. Se estima por lo tanto que el grueso del consumo de alcohol se da bajo forma de mezcla con gasolina³⁴.

Puede entonces adoptarse como hipótesis que el consumo de alcohol y de gasolina se realiza solo en forma conjunta y en proporciones fijas³⁵. Tales proporciones serán las que surgen del peso relativo indicado por personal del Viceministerio de Minas y Energía; en términos de volumen, ellas son 73,6% y 26,4%, para gasolina y alcohol respectivamente. En términos de equivalencia energética, resulta un factor de conversión que pondera ambos combustibles en las proporciones indicadas. En función de los factores ya consignados en la tabla 1.1, dicho factor ponderado es 0,7049.

34 Según el Balance Energético del año 2021, el consumo de alcohol en mezcla con gasolina representó el 92% del consumo total de alcohol en el sector transporte.

35 Esta hipótesis supone que los vehículos flex y solo aptos para alcohol realizan un recorrido anual similar a los restantes.



El cuadro siguiente detalla la base informativa adoptada, en cuanto a parque y recorrido de vehículos, por tipología.

Tabla 4.1. Transporte carretero - Cálculo vía parque vehicular: supuestos - 2021

Tipología de vehículo	Combustible	Parque	Recorrido medio anual (km)	Consumo específico (lt/veh-km)
Moto	Gasolina-alcohol	877.613	5.500	0,0478
Automóvil	Diésel	212.582	14.038	0,1039
	Gasolina-alcohol	570.884	14.038	0,1194
Camioneta	Diésel	101.784	14.038	0,1194
	Gasolina-alcohol	78.890	14.038	0,1374
Minibús	Diésel	9.915	25.000	0,1500
Ómnibus	Diésel	9.670	50.000	0,3500
Camión (*)	Diésel	85.331	22.611	0,4000
Tractor	Diésel	15.322	22.611	0,4000

(*) Incluye camiones livianos y pesados.

Nota: en el caso de gasolina y alcohol, se asumen proporciones fijas entre ambos (ver texto). Fuente: estimación propia en base a información sobre parque automotor suministrada por la DINATRAN.

Los valores de recorrido medio anual responden a patrones usuales, con excepción del caso de camión y tractor, donde se observan valores relativamente bajos; como se verá en el apartado 4.1.3, tales valores son validados por el Abordaje B. La razón de estos valores reducidos puede encontrarse tanto en la posible operación de parque muy antiguo como en las relativamente reducidas de distancia de recorrido. Respecto de esto último, debe recordarse que si bien Paraguay es un país relativamente extenso, la población y las actividades productivas se encuentran muy concentradas en la región al oriente del Río Paraguay, siendo las distancias entre Asunción y los tres centros urbanos principales restantes del orden de 300 km.



La aplicación de los criterios y procedimientos mencionados permite obtener los valores siguientes de consumo de combustible y de vehículos-km estimados.

Tabla 4.2. Transporte carretero - Cálculo vía parque vehicular: resultados - 2021

Tipo de vehículo	Veh-km (millones)	Consumo energético (m3)			
		Gasolina	Alcohol	Diésel	GLP
Moto	4.827	169.688	60.913		No estimado
Automóvil	8.014	704.319	252.831		
	2.984			309.927	
Camioneta	1.107	111.928	40.179		
	1.429			170.652	
Minibús	248			37.181	
Ómnibus	484			169.225	
Camión (*)	1.929			771.755	
Tractor	346			138.576	
Total	21.368	985.936	353.924	1.597.316	

(*) Incluye camiones livianos y pesados

Fuente: estimación propia.



A continuación, se presentan los consumos por tipo de vehículo, medidos en términos de equivalente energético (toneladas equivalentes de petróleo); se consignan asimismo los consumos unitarios (energía/veh-km).

Tabla 4.3. Transporte carretero - Cálculo vía parque vehicular: resultados en tep - 2021

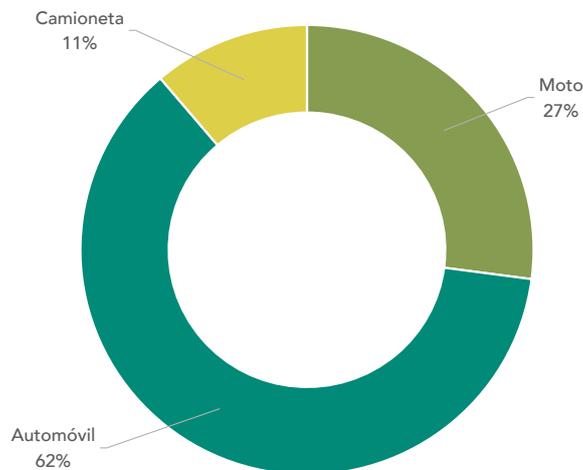
	Tipo de vehículo	Veh-km (millones)	Consumo energético (tep)					Consumo/veh-km (tep/1.000 veh-km)
			Gasolina	Alconafta	Diésel	GLP	Total	
Pasajeros	Moto	4.827	131.832	31.672			163.504	0,0339
	Automóvil	10.998	547.190	131.458	268.377		947.025	0,0861
	Camioneta	1.996	68.436	16.441	116.298		201.175	0,1008
	Minibus	248			32.197		32.197	0,1299
	Ómnibus	484			146.538		146.538	0,3031
Cargas	Camioneta	540	18.522	4.450	31.476		54.448	0,1008
	Camión	1.929			668.290		668.290	0,3464
	Tractor*	346			119.998		119.998	0,3464
	Total	21.368	765.980	184.021	1.383.172		2.333.172	0,1862

(*) Se refiere al equipo tractor correspondiente a un camión con semi-remolque

Fuente: elaboración propia

Los gráficos siguientes ilustran las participaciones relativas de cada sub-modo, según tipología de combustible.

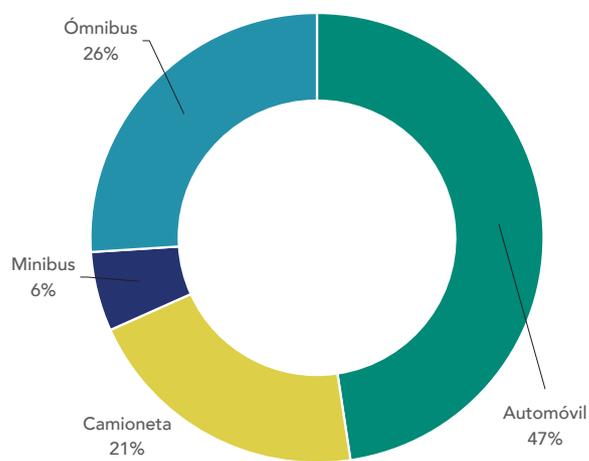
Gráfico 4.1. Transporte carretero de pasajeros: Consumo de gasolina/alcohol – Participación por tipo de vehículo – 2021 (% en tep)



Fuente: elaboración propia

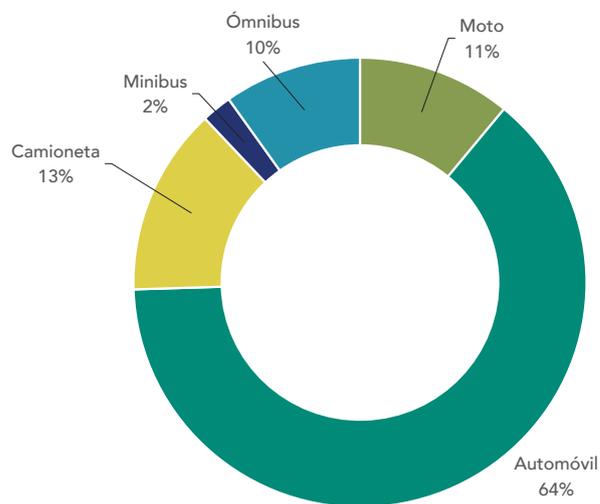


Gráfico 4.2. Transporte carretero de pasajeros: Consumo de diésel - Participación por tipo de vehículo - 2021 (% en tep)



Fuente: elaboración propia

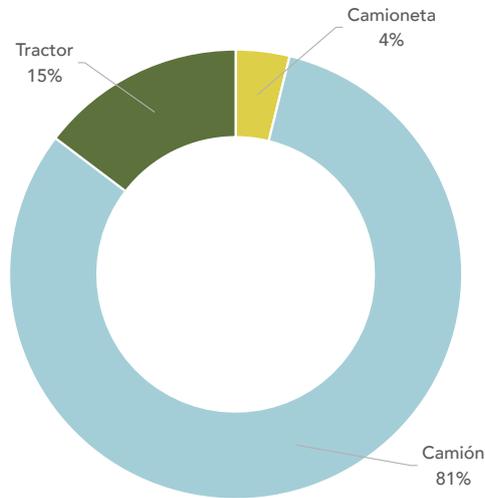
Gráfico 4.3. Transporte carretero de pasajeros: Consumo energético total- Participación por tipo de vehículo - 2021 (% TEP)



Fuente: elaboración propia

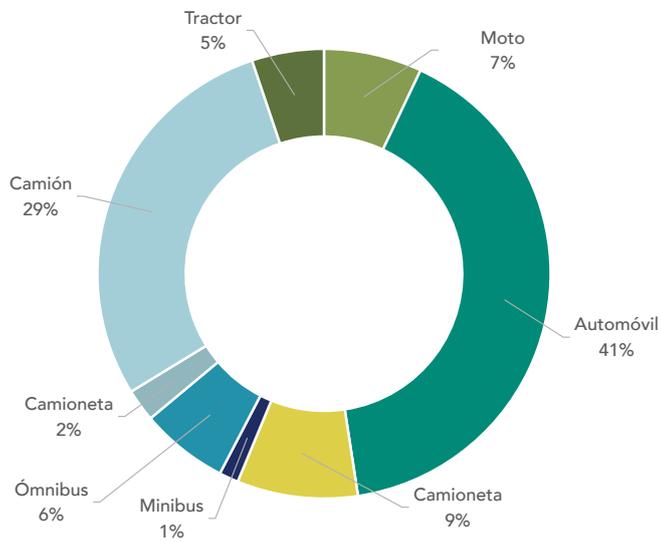


Gráfico 4.4. Transporte carretero de cargas: Consumo de diésel- Participación por tipo de vehículo – 2021 (% en tep)



Fuente: elaboración propia

Gráfico 4.5. Transporte carretero: Consumo energético- Participación por tipo de vehículo – 2021 (% en tep)



Fuente: elaboración propia

Más adelante, se presenta la conciliación con el Balance Energético.



4.1.2 B-Cálculo vía actividad

El cálculo bajo este abordaje se funda en la estimación de los niveles de actividad del transporte automotor, bajo procedimientos específicos, según se trate del ámbito urbano o interurbano. Para el caso del *transporte de pasajeros urbanos*, se adoptan hipótesis en cuanto a la producción de viajes, su distribución modal, las distancias de viaje y los niveles de uso de los vehículos, para cada estrato de centro urbano. Cabe señalar que para los centros de talla inferior a los cuatro mayores³⁶, se optó por ajustar la distribución de la población urbana, a fin de obtener una aproximación más precisa de los núcleos correspondientes, y por lo tanto una mejor estimación de la producción de viajes urbanos (ver recuadro).

La estratificación de centros urbanos

Como se indicó en el apartado 3, en Paraguay estima la población urbana con criterios institucionales; en particular, adjudica carácter urbano a los municipios cabecera de distrito. Dado que el Abordaje B demanda una estratificación de los centros urbanos, a fin de aplicar criterios diferenciados en cuanto a la producción de viajes, se optó por un procedimiento de re-estimación, que consiste en lo siguiente.

Se ordenaron los 216 municipios no pertenecientes a los cuatro centros principales en forma decreciente, y se afectó su población por un factor decreciente, estableciéndose un corte allí donde se alcanzó el límite de 2.000 habitantes, umbral habitualmente adoptado para atribuir carácter urbano a un núcleo poblacional. El coeficiente de afectación fue empleado como variable de calibración, a fin de obtener una tasa de urbanización (incluyendo los cuatro centros principales) que coincidiera con la que se asume para Paraguay.

De esta forma, se adoptaron y estratificaron los centros que quedaron por arriba del límite indicado. Se entiende que este procedimiento permite una mejor aproximación para el tratamiento de los centros urbanos menores. Debe notarse que el procedimiento solamente redistribuye población urbana, sin afectar los totales; tampoco comporta hipótesis alguna en términos de motorización familiar.

Una vez obtenidos los valores de veh-km, se aplican coeficientes de consumo de combustible propios de ámbitos urbanos.

El cuadro siguiente detalla las hipótesis adoptadas, como así también la cantidad de centros urbanos por estrato y la población comprendida. Las hipótesis se basan en la experiencia, como así también en información referida al transporte colectivo, para el Aglomerado de Asunción³⁷.

³⁶ Esto es, Asunción, Ciudad del Este, Encarnación y Pedro Juan Caballero. Véase el apartado 3.

³⁷ Para el caso de Asunción, un trabajo del BID indica que en 2014 el 52% de los viajes diarios en Asunción empleaban el transporte colectivo; en base a esta fuente, se adopta una participación de 50% para 2021.



Tabla 4.4 Transporte carretero - Cálculo vía Actividad: supuestos adoptados para el transporte automotor urbano de pasajeros – 2021

Estrato		Más de 2.000.000	de 1.000.000 a 2.000.000	De 500.000 a 1.000.000	De 200.000 a 500.000	De 50.000 a 200.000	De 10.000 a 50.000	De 2.000 a 10.000	
Casos		1	0	1	1	4	13	63	
Población total 2021		2.764.893	-	589.266	201.711	428.628	262.228	306.526	
% sobre total urbano		60,7%	0,0%	12,9%	4,4%	9,4%	5,8%	6,7%	
Tasa generación (viajes-día/habitante)		1,65	1,65	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	
División modal %	Moto	7,0%	7,0%	18,5%	24,7%	28,2%	29,6%	30,0%	
	Auto/taxi	38,0%	38,0%	30,5%	36,8%	37,6%	29,8%	10,0%	
	Colectivo	45,0%	45,0%	36,0%	18,5%	4,3%	0,6%	0,0%	
	A pie/bici	10,0%	10,0%	15,0%	20,0%	30,0%	40,0%	60,0%	
Distancia de desplazamiento (km)	Moto	5,4	4,1	3,0	2,3	1,7	1,3	1,0	
	Auto/taxi	5,4	4,1	3,0	2,3	1,7	1,3	1,0	
	Colectivo	4,0	4,0	3,0	2,3	1,7	1,3	0,0	
	A pie/bici	1	1	1	1	1	0,5	0,5	
Carga media (pas-km/veh.-km)	Moto	1	1	1	1	1	1	1	
	Auto/taxi	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
	Colectivo	15	15	15	15	15	15	15	
	A pie/bici	1	1	1	1	1	1	1	
Veh-km/modo/día	Moto	1.724.464	-	514.866	176.072	319.953	154.429	137.076	
	Auto/taxi	7.201.058	-	650.336	201.732	328.373	119.369	35.148	
	Colectivo	547.449	-	65.805	8.682	3.179	204	-	
	A pie/bici	456.207	-	137.093	62.571	199.440	81.343	142.627	
Veh-km/año (mill.)	Moto	569	-	170	58	106	51	45	
	Auto/taxi	2.376	-	215	67	108	39	12	
	Colectivo	181	-	22	3	1	0	-	
	A pie/bici	151	-	45	21	66	27	47	
Consumo/ modo automotor (lt/km)	Moto	Gasolina/Alcohol	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
		Gasolina/Alcohol	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
	Auto/taxi	Diésel	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113
		Diésel	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350

Notas:

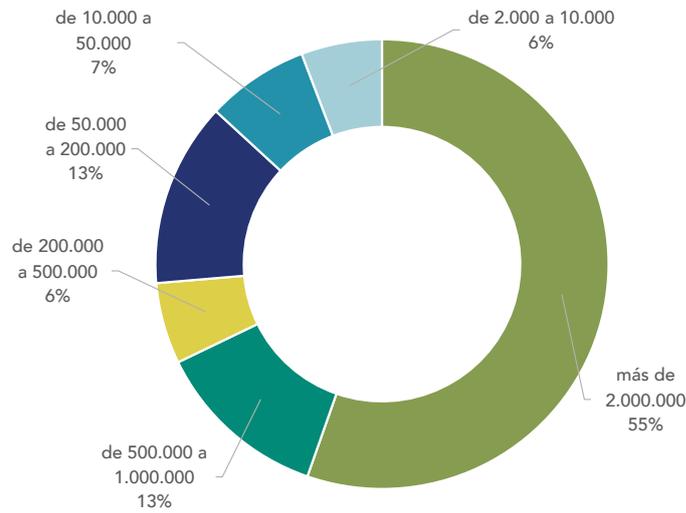
- se incluye el estrato de 1.000.000 a 2.000.000, pese a que no existen casos, a fin de ilustrar el ajuste de los parámetros de estimación con el cambio de escala de los centros urbanos
- el centro de población superior a 2.000.000 de habitantes es el "Aglomerado de Asunción". Los dos núcleos urbanos siguientes en escala son respectivamente Ciudad del Este (incluye los municipios de Hernandarias, Minga Guazú y Presidente Franco) y Encarnación (incluye el municipio de Cambyretá).

Fuente: elaboración propia



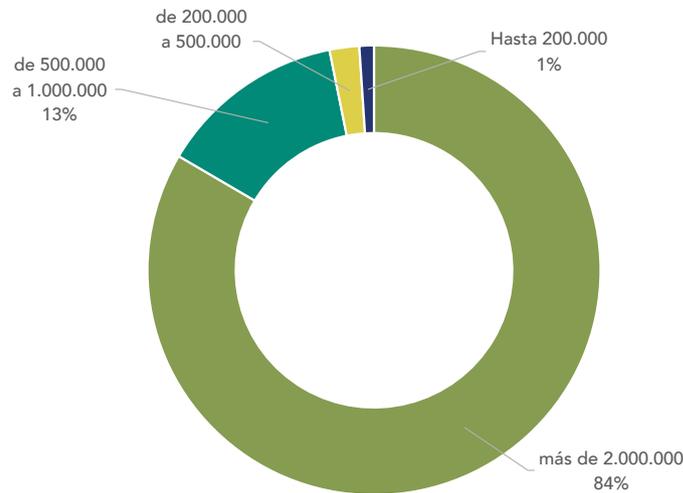
Los gráficos siguientes indican la distribución resultante, en términos de vehículos-km totales, por estrato de centros urbanos, para los transportes motorizados.

Gráfico 4.6 Transporte urbano – automóviles y motocicletas: Distribución de tráfico adoptada por estrato de centro urbano – 2021 (veh-km)



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4.7 Transporte urbano – ómnibus: Distribución de tráfico adoptada por estrato de centro urbano – 2021 (veh-km)



Fuente: Elaboración propia.



Las hipótesis adoptadas se traducen en una prevalencia importante de los tránsitos motorizados del Aglomerado de Asunción³⁸. En el caso del automóvil y la motocicleta, ellos comprenden más de la mitad del total de los viajes urbanos motorizados del país, mientras que en el de los autobuses, esta concentración es aún mayor (84%), dada la escasa presencia de esta modalidad que se presume en los centros de menor escala. Se recalca que estas cifras resultan de hipótesis razonables, no de estadísticas ciertas.

En lo referido al *transporte de cargas urbanas*, la estimación parte de asignar una proporción del parque de camiones a esta actividad, como así también un recorrido anual propio, que surge de hipótesis en cuanto a las características operativas de la actividad³⁹, y un coeficiente de consumo de combustible acorde.

Debe subrayarse que este segmento es por lejos el de estimación más difícil, por dos razones concurrentes. En primer lugar, se trata de una actividad que no genera por sí misma información sistemática que pueda constituir una base para una estimación de alguna solidez. Una segunda dificultad proviene del hecho ya mencionado de que la información de base con relación al parque móvil no brinda una apertura por tipología de vehículo (típicamente, por escala); dado que por lo general los vehículos de menor talla atienden el tráfico urbano, ello podría haber brindado una primera aproximación acerca del nivel de actividad. En este trabajo, se adoptó como hipótesis que el 36% del parque clasificado como "Camión" tiene función urbana⁴⁰. El parque de "Tractores" fue imputado enteramente al transporte interurbano.

En función de las condiciones operativas especificadas se asume un recorrido medio anual de 21.000 km, atendiendo a que se trata de prestaciones de baja velocidad y altos períodos de detención, para carga y descarga. El consumo por veh-km adoptado es de 0,2759 lt/km.

Finalmente, para el caso del *transporte interurbano*, se elaboró una estimación de tránsitos, a partir de la información sobre flujos en estaciones de peaje⁴¹, con el apoyo de información acerca de la distribución de tramos según nivel de tránsito para el caso de la Argentina; como se indicó anteriormente, es necesario recurrir a datos de otro país, por la ausencia

38 Como se indica en la Tabla 4.4, el aglomerado de Asunción (o "Gran Asunción") comprende varios municipios del Departamento Central (además del Departamento Asunción).

39 Se consideran esencialmente una distancia representativa de transporte, la velocidad de circulación y los tiempos de carga y descarga.

40 Este porcentaje fue planteado como factor de calibración, a raíz de la labilidad del dato. El valor semilla adoptado fue 30%.

41 Información obtenida en DINATRA (2021)



de información sistemática sobre los tráficos en el conjunto de la red vial⁴². Se recurrió asimismo a la actualización del Plan Maestro de Transporte (tabla 3-14), en lo referente a la composición por tipo de vehículo⁴³.

El cuadro siguiente indica las hipótesis adoptadas, en cuanto a los tráficos y su composición.

Tabla 4.5. Transporte carretero - Cálculo vía Actividad: tráficos adoptados para el transporte automotor interurbano – 2021

Red	Red (km)	Tráfico diario	% Motos	% autos	% Autobús	% Camión simple	% Camión Acoplado/ Semi-remolque
Pavimentada	8.822	1.973	20,0%	60,1%	2,2%	8,4%	9,2%
No pavimentada	69.798	355	20,0%	69,2%	5,0%	4,2%	1,7%

Nota: "camión simple" se refiere a la configuración de camión sin acoplado o semi-remolque.

Fuente: estimación propia- Red vial: Anuario Dinatran 2020.

Se asume que la red no pavimentada tiene carácter de camino de fondo natural⁴⁴.

En cuanto a los consumos unitarios de combustible, se detallan a continuación los valores adoptados⁴⁵. Al igual que en el primer abordaje, en el caso de los automóviles, se supone una participación uniforme de gasolina y alcohol, en las proporciones indicadas anteriormente.

42 Este recurso fue necesario, porque las estaciones de peaje se sitúan prevalemente en puntos de tráfico relativamente alto, por lo que los volúmenes allí verificados no pueden tomarse en forma directa.

43 CSI Ingenieros et al. (2018)

44 No se ha considerado el caso de caminos empedrados por separado, incluyéndolos en el conjunto de vías no pavimentadas. Se trata de un caso de importancia marginal.

45 Con relación a la fuente utilizada, se remite a lo indicado en el apartado 4.1.1.



Tabla 4.6. Transporte carretero - Cálculo vía Actividad: consumos unitarios de combustible adoptados para el transporte automotor interurbano – 2021 (lt/km)

		Motos	Autos	Ómnibus	Camión liviano	Camión pesado
Tipo de combustible según vehículo	% Gasolina-Alcohol	100,0%	67,4%			
	% Diésel		32,6%	100,0%	100,0%	100,0%
Consumos unitarios red pavimentada	Gasolina-Alcohol	0,0311	0,0777			
	Diésel		0,0675	0,2501	0,2776	0,3968
Consumos unitarios red natural	Gasolina-Alcohol	0,0466	0,1200			
	Diésel		0,1043	0,4072	0,3911	0,5831

Fuente: elaboración propia.

Los consumos resultantes de este conjunto de procedimientos son detallados a continuación, para la totalidad del transporte carretero (valores en m³ y TEP). Puede constatarse la decisiva incidencia del transporte interurbano en el consumo de combustible estimado, con una participación un poco inferior al 80%.

Tabla 4.7. Transporte automotor - Cálculo vía Actividad: consumos totales de combustible – 2021

Tráfico	Energía	m³		tep	
		Urbano	Interurbano	Urbano	Interurbano
Pasajeros	Gasolina	208.211	780.908	161.760	606.692
	Alcohol	74.742	280.324	38.862	145.753
	Diésel	173.501	668.409	150.240	578.799
Cargas	Diésel	178.466	666.719	154.540	577.335
Total		n/a	n/a	505.403	1.908.579

Fuente: elaboración propia



4.1.3 Abordajes A y B: comparación de resultados

El cuadro siguiente compara los resultados obtenidos en términos de consumo energético por ambos abordajes.

Tabla 4.8. Transporte automotor – Consumo energético según abordajes A y B- Comparación – 2021 (tep)

Abordaje	Gasolina	Alcohol	Diésel
Abordaje A-Parque vehicular	765.980	184.021	1.383.172
Abordaje B-Actividad	768.452	184.615	1.460.915

Fuente: elaboración propia

Puede constatarse que ambos abordajes conducen a valores similares de consumo, lo que permite una validación recíproca. Es importante destacar asimismo que los volúmenes de tránsito obtenidos (medidos en términos de veh-km) son similares; así lo indica el cuadro siguiente. Esto significa que se han adoptado valores de consumo unitario consistentes entre sí, para ambos abordajes⁴⁶.

Tabla 4.9. Transporte automotor – Volúmenes de tránsito según abordajes A y B - Comparación – 2021 (miles de veh-km)

Tipología	Abordaje A	Abordaje B
Motocicleta	4.826,87	4.073,55
Automóvil-camionetas	13.534,27	12.898,50
Minibús-Ómnibus	731,38	800,73
Camión-Tractor	2.275,83	2.294,74
Total	21.368,34	20.067,53

Fuente: elaboración propia

46 Señalemos que ambos abordajes no pueden asumir consumos unitarios idénticos, por cuanto el abordaje B distingue entre tránsito urbano e interurbano.



Más adelante, se presenta la conciliación con el Balance Energético de ambos abordajes.

4.2 Los modos restantes

En este apartado, se detalla el tratamiento y resultados obtenidos para los modos restantes.

4.2.1 El modo ferroviario

El ferrocarril, como se indicó, no opera en Paraguay. El único servicio es un tramo de corta distancia (Encarnación-Posadas), operado por una empresa argentina. Por su baja relevancia, no será objeto de tratamiento a los fines del BEU.

4.2.2 El modo fluvial

Para este modo, no se dispone de información cuantitativa, acerca de los tráficos o de los movimientos de embarcaciones; tampoco es posible realizar una inferencia a partir de los consumos energéticos, por cuanto emplea el diésel como combustible, no encontrándose discriminado el uso por modo en el Balance Energético.

Puede mencionarse a título referencial que un estudio anterior⁴⁷ estimó, a partir de informantes calificados, un consumo total de diésel para este modo de 4.750 tep, para el año 2011.

Hasta tanto no se disponga de mayores informaciones, se adoptará el valor de consumo energético estimado para el año 2011, proyectado a 2021 en función de la evolución del consumo total de diésel en el sector de transporte. Esto arroja una estimación de consumo de 7.492 tep⁴⁸.

47 Itaipú Binacional et. al (2014).

48 Los consumos energéticos del sector transporte fueron de 1.089,86 y 1.719,02 ktep en 2011 y 2021, respectivamente.



Asumiendo convencionalmente un consumo de 0,0129 litros de diésel por ton-km⁴⁹, este consumo indicaría un movimiento del orden de 670.800 mil ton-km, un volumen a todas luces reducido, en comparación con la carga movilizada por el transporte terrestre (que fue estimada como se vio en un total de 15.000 millones de ton-km).

En cuanto al tráfico internacional, interesa medir su importancia en cuanto a la demanda de energía, toda vez que el Balance Energético de Paraguay incluye los usos con ese propósito dentro de la actividad del Transporte. Al respecto, un reciente estudio de CEPAL⁵⁰ cuantifica los flujos de exportación de granos (por lejos los de mayor importancia) que emplean la vía fluvial en cerca de 6 millones de toneladas. Para una distancia de transporte de 1.100 km (distancia por vía fluvial entre Asunción y el puerto de Rosario en Argentina, punto de transferencia de cargas), se obtiene un total de 6,6 miles de millones de ton-km. Al valor de consumo de combustible ya indicado, se obtiene una estimación de consumo de combustible de 85,1 millones de diésel, equivalentes a 73.713 tep.

En total, el transporte fluvial demanda entonces 81.205 tep de diésel.

4.2.3 El transporte aéreo

Según el Balance Energético Nacional 2021, el consumo de energía totaliza 35.070 tep de jet fuel.

En el caso de Paraguay, el Balance Energético comprende tanto el consumo de combustible para uso interno como para aviación internacional. A fin de determinar cuánto corresponde a consumo interno y cuánto a consumo por vuelos internacionales, se realiza una estimación, a partir del sencillo procedimiento siguiente:

- a) Se consideran las operaciones realizadas por el Aeropuerto Silvio Pettirossi (Asunción), consignadas por la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (2021), correspondientes a Aviación Regular Internacional y Aviación General Internacional.
- b) Se asume que el 50% de tales operaciones corresponde a despegues, siendo por lo tanto las que demandan combustible provisto localmente.

49 Este valor se obtuvo un Modelo de Costos, en uso en el Ministerio de Transporte de Argentina, para una configuración de convoy de barcasas (Modelo MECTA- <https://www.argentina.gob.ar/transporte/cargas-y-logistica/modelos-de-costos-de-transporte/modelo-de-costos-de-transporte-por-agua>).

50 CEPAL (2022).



- c) En función de la distribución de destinos actuales de los vuelos internacionales regulares de pasajeros, se obtiene una distancia media representativa, y consiguientemente un valor total de aviones-km.
- d) También en función de la oferta actual, se determina la participación por tipo de aeronave, en función del porte de la misma.
- e) Se imputa un consumo unitario,⁵¹ y se obtiene el consumo total en concepto de vuelos internacionales.
- f) La diferencia entre el consumo total consignado por el Balance Energético y el consumo estimado para vuelos internacionales será la estimación del consumo para vuelos de cabotaje en total.

El cuadro siguiente detalla el cálculo de consumo de combustible estimado para los servicios internacionales considerados, identificando la tipología de aeronave.

Tabla 4.10. Transporte aéreo – consumo de combustible estimado para los servicios internacionales, por vuelo - 2021

Tipología	Consumo por vuelo				
	Despegue	Crucero	Total (lt)	Total (tep)	Participación
Airbus 320/ Boeing 737	2.245,1	11.474	13.719	11,316	70,6%
Bombardier -CRj	701,6	3.586	4.287	3,536	29,4%
Promedio	1.791,1	9.154,0	10.945,1	9,027	-

Fuente: datos tomados de <https://aviation.stackexchange.com/>. La participación por tipología de aeronave surge de la consulta de www.flightradar.com, y corresponde a la oferta actual de servicios (abril 2023).

⁵¹ Dato tomado de Consumo de combustible: <https://aviation.stackexchange.com/>



La tabla siguiente detalla el cálculo realizado, con los correspondientes resultados.

Tabla 4.11. Transporte aéreo: estimación de consumo de combustible para transporte de cabotaje e internacional - 2021

	Operaciones /año	Distancia Media (km)	Consumo por km (tep)	Consumo total (tep)	
Operaciones internacionales	3.440	2.300	9,0275	31.055	88,6%
Operaciones cabotaje	37.178	s/d	s/d	4.015	11,4%
Total	40.618	s/d	s/d	35.070,0	100,0%
Factor conversión m3 jet fuel a tep	0,8248				

Nota: las operaciones corresponden solo a despegue.

Fuente: estimación propia a partir del Balance Energético de Paraguay y Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (2021)

Las operaciones de cabotaje representan el 11,4% del consumo del jet fuel computado por el Balance Energético.

A lo anterior debe agregarse un consumo de gasolina 4.203,92 m³ (equivalentes a 3.266,45 teps), en concepto de movimiento de aeronaves de menor porte, de las cuales no se dispone de información acerca de parque y actividad.

4.3 Resultados agregados

En este apartado, se presentan los resultados agregados, y se los compara con el Balance Energético de 2021. La unidad de medida adoptada es la tonelada equivalente de petróleo (tep).

En el caso del combustible diésel, el Balance Energético de Paraguay no distingue los usos para transporte y para agricultura e industria. En base a estimaciones realizadas por la presente consultoría, se detrae del consumo total consignado para el sector transporte un total de 247,1 miles de tep, en concepto de consumo de los dos sectores mencionados.



El cuadro siguiente presenta entonces los resultados obtenidos. Se incluye, a fin de reflejar cabalmente lo consumido por el sector Transporte, la cifra correspondiente a GLP, según el Balance Energético Nacional⁵².

Tabla 4.12. Transporte: consumo energético – 2021 (tep)

		Gasolina	Alcohol	GLP	Diésel	Jet Fuel	Total
Modo carretero	Pasajeros	747.458	179.571	No estimado	563.409		1.490.437
	Cargas	18.522	4.450		819.763		842.735
	Total	765.980	184.021		1.383.172		2.333.172
Modo Fluvial (*)					81.205		81.205
Modo aéreo (*)		3.266				35.070	
Total BEU		769.246	184.021	8.300	1.464.377	35.070	2.452.714

(*) Consumos obtenidos del Balance Energético Nacional.

Nota: para el transporte automotor, se consignan los consumos obtenidos por el Abordaje A (Parque)

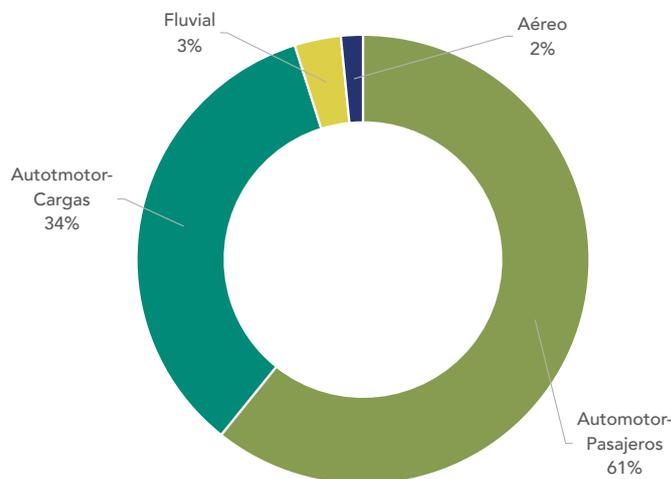
Fuente: elaboración propia.

El gráfico siguiente indica la distribución del consumo energético total por modo; se constata allí la supremacía del transporte terrestre de pasajeros. Esto refleja tanto la elevada participación en el transporte en general, como la baja eficiencia de este segmento, cuyo desempeño se encuentra fuertemente impactado por el transporte individual; como se vio anteriormente (cuadro 4.2), automóvil y camioneta consumen más diésel que los modos colectivos para pasajeros.

52 Como se mencionó anteriormente, el GLP no fue considerado, a raíz de su muy baja incidencia.



Gráfico 4.8 Sector transporte: Distribución de consumo de combustible por modo – 2021



Fuente: elaboración propia

Se presenta por último el cálculo de requerimiento energético en términos de Energía Útil, esto es, descontando las pérdidas por transformación energética operada desde la fuente ("del tanque a la rueda").

Las pérdidas por transformación son obtenidas aplicando a los consumos brutos los coeficientes siguientes, que indican la energía efectivamente utilizada para el desplazamiento.

Tabla 4.13 Factores de conversión a Energía Útil, rendimientos medios – 2021

	Gasolina	Alcohol	Diésel	Jet Fuel
Automotor	18%	18%	24%	
Fluvial			41%	
Aéreo				35%

Fuentes: Itaipú Internacional- Estudio del Consumo de Energía del Sector Transporte - 2014.

La aplicación de estos factores permite calcular la Energía Útil efectivamente consumida para cada modalidad, lo que se presenta a continuación. Adicionalmente, se incluye una tabla que detalla el consumo de Energía Útil para el transporte automotor, por tipología de vehículo.



Tabla 4.14 Transporte: Energía Útil consumida – 2021 (tep)

	Ciclo Otto-Gasolina	Ciclo Otto-Alcohol	Ciclo Diésel	Turbo-Fan
Modo carretero	137.876	33.124	331.961	
Modo Fluvio-marítimo			33.294	
Modo aéreo				12.275
Total	137.876	33.124	365.255	12.275

Nota: para el transporte automotor, se consignan los consumos obtenidos por el Abordaje A (Parque)

Fuente: estimación propia

Tabla 4.15. Transporte terrestre: Energía Útil consumida por tipo de vehículo (tep) – 2021

Tipo de vehículo	Veh-km (millones)	Consumo energético (tep)					Consumo/veh-km (tep/1.000 veh-km)
		Gasolina	Alcohol	Diésel	GLP	Total	
Moto	4.827	23.730	5.701			29.431	0,00610
Automóvil	10.998	98.494	23.662	64.410		186.567	0,01696
Camioneta	1.996	12.318	2.959	27.911		43.189	0,02164
Minibús	248			7.727		7.727	0,03117
Ómnibus	484			35.169		35.169	0,07274
Camión	1.929			160.390		160.390	0,08313
Tractor	346			28.799		28.799	0,08313
Total	20.828	134.542	32.323	324.407		491.272	

Nota: para el transporte automotor, se consignan los consumos obtenidos por el Abordaje A (Parque)

Fuente: estimación propia.



Referencias

CSI Ingenieros–COMYCSA–Steer, Davies, Gleave – Actualización del Plan Maestro de Infraestructura y Servicios de Transporte del Paraguay-MOPC–Noviembre2018

Argentina–Dirección Nacional de Vialidad – COSTOP – Costo de Operación de Vehículos –Marzo 2021

Australia – Department of Infrastructure and Regional Development –Fuel economy of Australian Passenger Vehicles – a regional perspective -www.bitre.gov.au/sites/default/files/is_091.pdf - 2017

Banco Interamericano de Desarrollo (BID) – Interoperabilidad en los sistemas de recaudo para transporte público en América Latina y el Caribe: Caso de estudio: recaudo electrónico en Paraguay/ Martín Sosa, Fabio Gordillo, Juan Pablo Benítez; editores, Adriana Palacio, Manuel Rodríguez Porcel — (Nota técnica del BID; 1634)– 2019

CEPAL - Hidrovía Paraguay - Paraná: Tramo Santa Fe - Confluencia - Análisis de las características más relevantes para la toma de decisiones futuras - 7 de Junio de 2022

Dirección Nacional de Aeronáutica Civil - Informe Estadístico del Transporte Aéreo – Aeropuerto Silvio Pettirossi - Diciembre 2021.

Itaipú Binacional - UCI - FPTI - Fundación Bariloche- Estudio del Consumo de Energía del Sector Transporte – Informe final – 2014

OLADE-Organización latinoamericana de Energía - “Panorama Energético de América Latina y el Caribe” - 2021 - <https://www.olade.org/publicaciones/panorama-energetico-de-america-latina-y-el-caribe-2021/>

Paraguay - DINATRAM–Dirección Nacional de Transporte – Estructura de costos operativos de vehículos automotores – 2013

Paraguay - Ministerio de Industria y Comercio-Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones – Plan Nacional de Logística - 2013

Paraguay - DINATRAM– Dirección Nacional de Transporte – Anuario Estadístico de Transporte 2020 – Abril 2022.

Paraguay - MOPC-Vice-Ministerio de Minas y Energía - Balance Energético Nacional 2021 - Resumen Estadístico - Agosto 2022 -



Páginas web consultadas:

- <http://www.cadam.com.py/>- CADAM–Cámara de Distribuidores de Automotores y Maquinarias – Paraguay.
- <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519> – Banco Mundial
- <https://datos.bancomundial.org/indicador/IS.AIR.PSGR?locations=EC> – Banco Mundial
- https://eficienciaenergetica.net.ar/img_publicaciones/06041553_18-SectorTransportepolticas.pdf..– Propuesta de Plan Nacional de Eficiencia Energética – Argentina – GFA-Fundación Bariloche-EQOnixus-Ceddet-2021 –
- https://eficienciaenergetica.net.ar/img_publicaciones/08201809_BEU-TRANSPORTE.pdf- Propuesta de Plan Nacional de Eficiencia Energética - Argentina - GFA-Fundación Bariloche-EQOnixus-Ceddet-2021
- <https://comtrade.un.org/>-Naciones Unidas
- https://eficienciaenergetica.net.ar/img_publicaciones/06041553_18-SectorTransportepolticas.pdf
- <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> - Banco Mundial
- https://www.cepal.org/sites/default/files/def_urbana_rural.pdf - Comisión Económica para América Latina y el Caribe
- <https://afdc.energy.gov/data/>- Department of Energy – Estados Unidos
- <https://www.ine.gov.py/> - Instituto Nacional de Estadística – Paraguay
- https://www.petropar.gov.py/?page_id=7660 – Petropar – Paraguay
- <https://www.argentina.gob.ar/transporte/cargas-y-logistica/modelos-de-costos-de-transporte/modelo-de-costos-de-transporte-por-agua>) - Argentina



SECTOR INDUSTRIAL



TOMO II



1. Aspectos metodológicos

En este informe se presentan los resultados obtenidos a partir de la Encuesta sobre Consumo y Usos de la Energía del Sector Industria de la República del Paraguay, realizada en el marco de este Proyecto. El objetivo general es obtener los consumos de energía final por usos de la energía en los distintos subsectores industriales del país, desagregados también por tamaño de los establecimientos.

Dentro de las metodologías analíticas de estudio de los consumos finales de energía, la identificación de los factores estructurales (agrupados dentro de las dimensiones del proceso de desarrollo económico y social) se realiza a través de la partición del conjunto de los consumidores en módulos homogéneos. Un *módulo homogéneo*, desde el punto de vista energético, es un conjunto de consumidores agrupados sobre la base de uno o varios criterios sociales, económicos, demográficos, climáticos, espaciales, tecnológicos, abastecidos con o sin determinadas fuentes energéticas, con una estructura similar en su consumo energético; y para los cuales se espera un similar comportamiento ante variaciones en los determinantes del consumo de energía.

Los módulos homogéneos del sector Industrial del Paraguay se determinaron en función de la importancia de las diferentes ramas industriales y del tamaño de los establecimientos, quedando estructurados de la siguiente manera.

- Por tipo de actividad
 1. Frigoríficos
 2. Aceites
 3. Molinería y Panadería
 4. Azúcar
 5. Resto de Alimenticias, Bebidas y Tabaco
 6. Textiles y Cuero
 7. Papel e Impresión
 8. Biocombustibles
 9. Química, Caucho y Plásticos
 10. No Metálicos
 11. Metales
 12. Otras Industrias Manufactureras
- Por tamaño del establecimiento
 - Muy Grandes
(igual o mayor de 250 empleados)
 - Grandes y Medianos
(entre 31 y 249 empleados)
 - Pequeños
(igual o menos de 30 empleados)



Como resultado queda un total de 36 módulos homogéneos en el sector.

Los usos de la energía a considerar en el sector Industrial son los siguientes:

- Iluminación
- Vapor
- Calor Directo
- Fuerza Motriz
- Frío de Proceso
- Transporte Interno
- Refrigeración de Ambientes
- Procesos Electroquímicos

Las fuentes energéticas que se consumen en el sector Industrial en Paraguay son:

- GL: Gas licuado de petróleo (GLP)
- GS: Gasolina
- DO: Diésel
- FO: Fuel Oil
- CQ: Coque de petróleo
- LE: Leña
- CV: Carbón vegetal
- RB: Residuos de biomasa
- EE: Electricidad

Los residuos de biomasa detectados son:

- BZ: Bagazo
- AS: Aserrín
- CH: Chips de madera
- CA: Cáscara de arroz
- CO: Cáscara de coco
- CN: Cartón
- CG: Cáscara de girasol
- AP: Aceite de pollo
- GV: Grasa
- LO: Lodo seco
- RU: Rumen
- TU: Cáscara de tung



En la muestra encuestada no se han detectado consumos de carbón mineral. En cuanto a la utilización de energía solar térmica sólo se detectaron dos establecimientos con colectores muy pequeños, por lo cual no se realizó la expansión de este equipamiento.

Para el diseño muestral¹ se utilizó como marco la información del Directorio General de Empresas y Establecimientos (DIRGE 2020) proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

El tamaño muestral fue establecido, para un nivel de confianza del 95% y errores máximos aceptables, en 503 encuestas efectivas para el total del sector Industrial. La cantidad de encuestas realizadas y validadas por subsector se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1.1. Tamaños muestrales realizados (n° de establecimientos)

	Subsector	Muy Grandes	Grandes y Medianos	Pequeños	Total
1	Frigoríficos	7	10	1	18
2	Aceites	1	6	1	8
3	Molinería y Panadería	4	20	20	44
4	Azúcar	5	3	1	9
5	Resto Alim., Bebidas y Tabaco	14	22	13	49
6	Textiles y Cuero	7	17	22	46
7	Papel e Impresión	4	19	12	35
8	Biocombustibles	3	4		7
9	Química, Caucho y Plástico	17	19	2	38
10	No Metálicos	2	19	16	37
11	Metales	7	14	19	40
12	Otras Ind. Manufactureras	11	13	14	38
	Total	82	166	121	369

Fuente: elaboración propia.

¹ Ver Anexo 5.



La variable de expansión de las muestras fue la cantidad de establecimientos. En la siguiente tabla se muestran los factores de expansión por subsector y tamaño.

Tabla 1.2. Factores de expansión

	Subsector	Muy Grandes	Grandes y Medianos	Pequeños
1	Frigoríficos	1,75	2,83	31,25
2	Aceites	3,00	2,00	10,50
3	Molinería y Panadería	3,00	5,15	46,89
4	Azúcar	1,00	1,40	
5	Resto Alim., Bebidas y Tabaco	1,90	3,05	51,95
6	Textiles y Cuero	1,80	5,21	145,33
7	Papel e Impresión	1,75	2,55	73,10
8	Biocombustibles	1,00	1,50	
9	Química, Caucho y Plástico	2,44	3,81	64,11
10	No Metálicos	7,00	2,67	27,90
11	Metales	1,33	5,50	134,96
12	Otras Ind. Manufactureras	2,14	12,00	215,90

Fuente: elaboración propia.

Sobre el concepto de energía útil

La energía útil es la cantidad de energía final que ingresa a los equipos y artefactos de uso final a la que se le restan las pérdidas de energía en estos. Los equipos de uso final convierten, o transforman, la energía contenida en las fuentes energéticas en los usos que satisfacen los requerimientos del proceso productivo dentro de los establecimientos: iluminación, vapor, calor directo, fuerza motriz, frío de proceso, transporte interno y refrigeración de ambientes.



Las pérdidas de energía en los equipos de uso final son de tres tipos: 1) debido a la conversión de la energía de las fuentes a usos (2do principio de la termodinámica); 2) debido al estado de mantenimiento de los equipos; y, 3) debido a las modalidades de operación de estos. Para obtener la energía útil sólo se consideran las pérdidas en la conversión para descontarlas de la energía final. Es decir, se restan las pérdidas estrictamente técnicas. Dicho en otras palabras, la energía útil incluye las pérdidas debido al mal estado de mantenimiento de los equipos, las pérdidas debido a las modalidades de operación y la energía efectivamente aprovechada para satisfacer las necesidades asociadas al uso.

En el Anexo 4 se presentan los rendimientos de utilización adoptados para obtener la energía útil. La fuente de información son los análisis realizados por Fundación Bariloche a lo largo de diferentes estudios, teniendo en cuenta la tecnología de los equipos y catálogos técnicos.



2. Consumo de energía del sector Industrial

2.1 Consumo de energía final por fuentes y usos

El consumo total de energía final del sector Industrial de Paraguay en 2021 fue de 1.320 ktep, aportados por nueve fuentes: gas licuado de petróleo (GL), gasolina (GS), diésel (DO), fuel oil (FO), coque de petróleo (CO), leña (LE), carbón vegetal (CV), residuos de biomasa (RB) y electricidad (EE).

Llamativamente, los residuos de biomasa, producidos en los mismos procesos industriales, son la principal fuente del consumo final: se consumieron 533 ktep, que representan el 40,4% del consumo final total del sector. Como se verá más adelante en este capítulo, estos residuos se componen principalmente de bagazo, chips de madera y cáscara de arroz.

La segunda fuente en importancia es la leña: se consumieron 489 ktep que representan el 37% del consumo final total. En tercer lugar, la electricidad con 211 ktep (2.451 GWh) y 16% de participación. En cuarto lugar, el coque con 46 ktep y 3,5% del total. Las restantes fuentes del consumo final son el diésel, el gas licuado de petróleo, la gasolina, el fuel oil y el carbón vegetal con participaciones mucho menores como puede verse en la siguiente tabla y gráfico.

Tabla 2.1. Sector Industrial - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

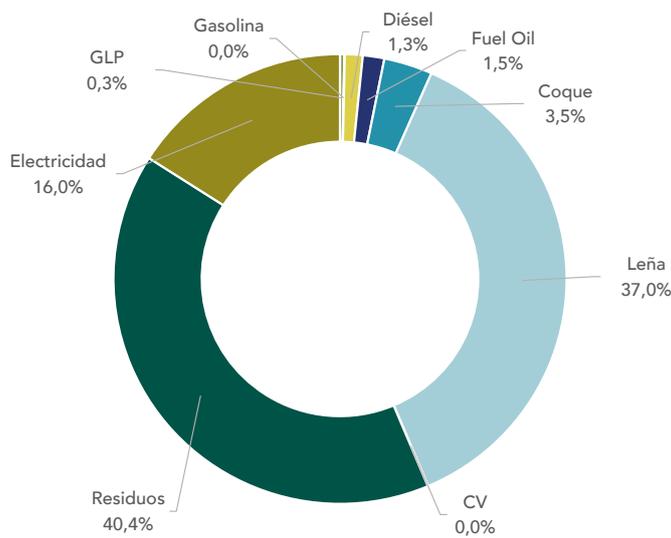
Usos	GL	GS	DO	FO	CO	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									10.883	10.883
Vapor	885		618	10.634		370.963		497.485	244	880.828
Calor Directo	1.785	26	68	9.612	45.754	114.254	72	28.383	16.523	216.477
Fuerza Motriz						3.775		7.134	143.466	154.374
Frío de Proceso									14.718	14.718



Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Transporte Interno	1.452	331	16.136						645	18.564
Refrigeración de Ambientes									20.834	20.834
Procesos Electroquímicos									3.489	3.489
TOTAL	4.122	357	16.822	20.246	45.754	488.991	72	533.001	210.802	1.320.167

Fuente: elaboración propia.

Gráfico 2.1. Sector Industrial - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021



Fuente: elaboración propia.

Como puede verse en la siguiente tabla la electricidad se utiliza en todos los usos, siendo los usos iluminación, frío de proceso, refrigeración de ambientes y procesos electroquímicos cautivos de esta fuente. En los denominados usos calóricos -vapor y calor directo- es donde se presenta una mayor competencia entre las fuentes.

En vapor la principal fuente que se consume son los residuos que aportan el 56,5% del consumo final en el uso, casi en su totalidad es bagazo, chips de madera, cáscara de arroz y aserrín. Luego viene la leña con el 42,1%. Los consumos de diésel, gas licuado de petróleo, fuel oil y electricidad en este uso son marginales.



En calor directo, la principal fuente es la leña con el 52,8% del consumo en el uso, seguida por el coque de petróleo (21,1%), los residuos de biomasa 13,1%, la electricidad (7,6%) y el fuel oil (4,4%).

Fuerza motriz es un uso prácticamente cautivo de la electricidad, esta participa en el 92,9%. Los residuos aportan 4,6% del uso, y en casi su totalidad (95,4%) es bagazo de los ingenios azucareros y se utiliza esta fuerza motriz en la molienda y cortado de la caña. La leña tiene una participación del 2.4% en este uso.

Por último, en transporte interno la principal fuente es diésel (86,9%), seguido de gas licuado de petróleo (7,8%), electricidad (3,5%) y gasolina (1,8%).

Tabla 2.2. Sector Industrial - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

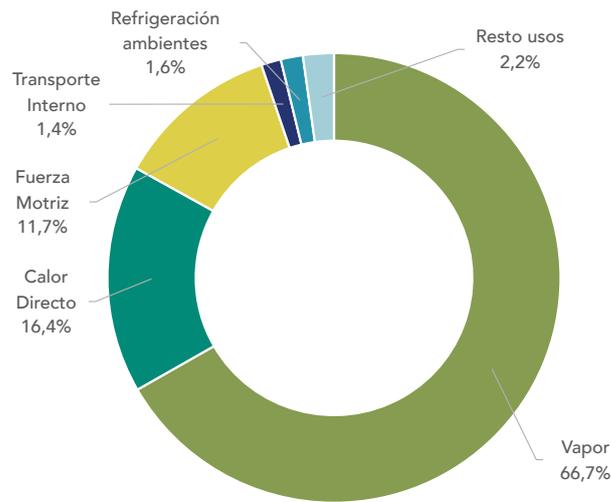
Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor	0,1		0,1	1,2		42,1		56,5	0,0	100,0
Calor Directo	0,8	0,0	0,0	4,4	21,1	52,8	0,0	13,1	7,6	100,0
Fuerza Motriz						2,4		4,6	92,9	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	7,8	1,8	86,9						3,5	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos									100,0	100,0
TOTAL	0,3	0,0	1,3	1,5	3,5	37,0	0,0	40,4	16,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



En cuanto a la importancia de los usos en el consumo final de la industria paraguaya, el vapor es el principal con el 66,7% del total. En segundo lugar, el calor directo con el 16,4%. Es decir que los usos calóricos insumen el 83,1% del consumo final. Fuerza motriz tiene el 11,7%, transporte interno el 1,4%, refrigeración de ambientes el 1,6% y el 2,2% restante frío de proceso, procesos electroquímicos e iluminación.

Gráfico 2.2. Sector Industrial - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021



Fuente: elaboración propia.



En la siguiente tabla se muestra la participación de los usos en el consumo final de cada fuente y en el total. Se destaca: la electricidad se destina en un 68,1% en fuerza motriz; residuos, el 93,3% a vapor; leña el 75,9% a vapor y 23,4% a calor directo; fuel oil 52,5% a vapor y 47,5% a calor directo; diésel, 95,9% a transporte interno; gasolina en un 92,7% a transporte interno; gas licuado de petróleo en un 43,3% a calor directo, 35,2% a transporte interno y 21,5% a vapor; coque de petróleo y carbón vegetal en un 100% a calor directo.

Tabla 2.3. Sector Industrial - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									5,2	0,8
Vapor	21,5		3,7	52,5		75,9		93,3	0,1	66,7
Calor Directo	43,3	7,3	0,4	47,5	100,0	23,4	100,0	5,3	7,8	16,4
Fuerza Motriz						0,8		1,3	68,1	11,7
Frío de Proceso									7,0	1,1
Transporte Interno	35,2	92,7	95,9						0,3	1,4
Refrigeración de Ambientes									9,9	1,6
Procesos Electroquímicos									1,7	0,3
TOTAL	100,0									

Fuente: elaboración propia.



2.2 Consumo de energía útil por fuentes y usos

En 2021, el consumo total de energía útil de la industria fue de 1.099 ktep, los que comparados con el consumo final total arrojan un rendimiento de utilización de la energía promedio del 83,3% para el sector.

Tabla 2.4. Sector Industrial - Consumo de energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									2.884	2.884
Vapor	656		507	8.573		322.140		439.360	219	771.455
Calor Directo	1.247	19	51	7.209	34.316	83.526	51	20.285	13.196	159.900
Fuerza Motriz						2.246		4.244	125.580	132.071
Frío de Proceso									10.923	10.923
Transporte Interno	261	60	3.873						516	4.709
Refrigeración de Ambientes									15.684	15.684
Procesos Electroquímicos									1.744	1.744
TOTAL	2.164	78	4.431	15.782	34.316	407.912	51	463.890	170.745	1.099.369

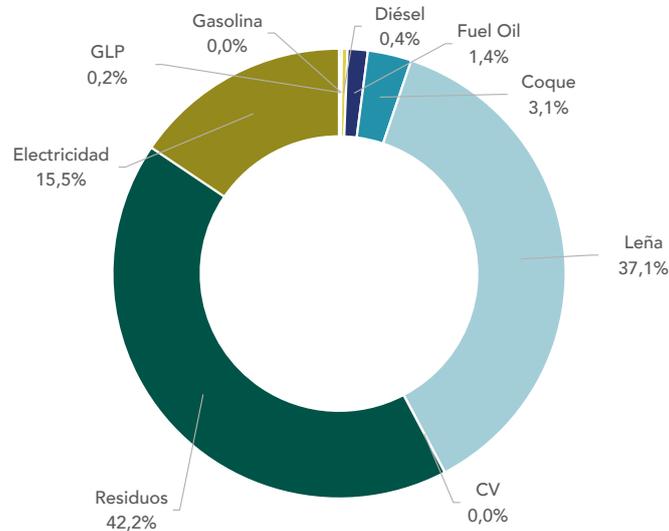
Fuente: elaboración propia.

La participación de las fuentes en el consumo útil no se modifica sustancialmente al compararla con la estructura del consumo final, ello se debe a rendimientos de utilización promedio similares en los principales consumos.

Los residuos siguen siendo la principal fuente, aumentando levemente su participación, con el 42,2% del total de energía útil; la leña aumenta marginalmente su participación comparada con el consumo final, en tanto que la electricidad baja levemente de 16% a 15,5%.



Gráfico 2.3. Sector Industrial - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021



Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se presentan las participaciones de las fuentes en el consumo de energía útil para cada uno de los usos, información de base para el análisis de sustituciones entre fuentes.

En los usos calóricos -vapor y calor directo- debe tenerse en cuenta que los residuos son de difícil sustitución dado que son subproductos del propio proceso productivo y, por lo tanto, su costo es relativamente bajo comparado con las restantes fuentes que compiten en el uso, todas ellas importadas. De todos modos, debe considerarse el costo de oportunidad en la evaluación económica. Entonces, en primera instancia, en vapor la principal competencia está entre el fuel oil, la leña, el diésel y el gas licuado de petróleo. Y en calor directo, a las fuentes anteriores debe agregarse el coque de petróleo y la electricidad.

En fuerza motriz, uso donde los motores eléctricos son la tecnología más conveniente por excelencia, hay un 3,2% de participación de los residuos (principalmente bagazo y cáscara de arroz) de difícil sustitución y un 1,7% de leña.

Finalmente, en transporte interno la competencia se da entre diésel (82,2% del consumo útil del uso), electricidad (11%), gas licuado de petróleo (5,5%) y gasolina (1,3% restante).



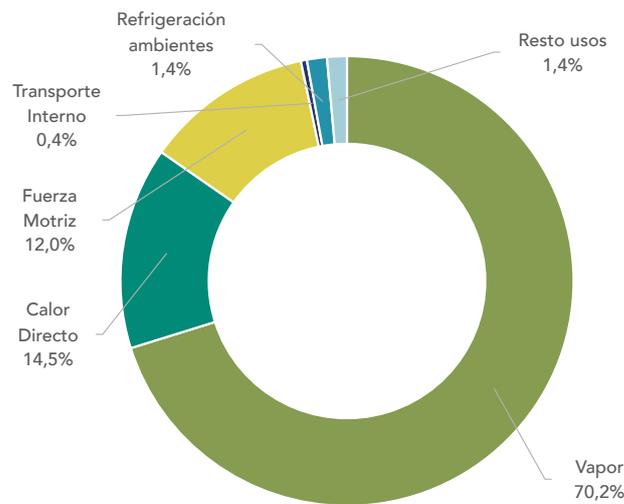
Tabla 2.5. Sector Industrial - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor	0,1		0,1	1,1		41,8		57,0	0,0	100,0
Calor Directo	0,8	0,0	0,0	4,5	21,5	52,2	0,0	12,7	8,3	100,0
Fuerza Motriz						1,7		3,2	95,1	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	5,5	1,3	82,2						11,0	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos									100,0	100,0
TOTAL	0,2	0,0	0,4	1,4	3,1	37,1	0,0	42,2	15,5	100,0

Fuente: elaboración propia.

En el siguiente gráfico y tabla se muestran las participaciones de los usos en el total de energía útil y en cada una de las fuentes. Las estructuras son en líneas generales muy similares a las de energía final debido a la similitud de los rendimientos en los principales consumos, ya mencionada.

Gráfico 2.4. Sector Industrial - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021



Fuente: elaboración propia.



Tabla 2.6. Sector Industrial - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CO	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									1,7	0,3
Vapor	30,3		11,4	54,3		79,0		94,7	0,1	70,2
Calor Directo	57,6	23,9	1,2	45,7	100,0	20,5	100,0	4,4	7,7	14,5
Fuerza Motriz						0,6		0,9	73,5	12,0
Frío de Proceso									6,4	1,0
Transporte Interno	12,1	76,1	87,4						0,3	0,4
Refrigeración de Ambientes									9,2	1,4
Procesos Electroquímicos									1,0	0,2
TOTAL	100,0									

Fuente: elaboración propia.

2.3 Rendimientos de utilización promedio

En este apartado se presentan los rendimientos de utilización promedio por fuentes y usos y el total. Dichos rendimientos promedio surgen como el cociente entre las matrices de consumo de energía útil y de energía final.

Como se viene mencionando, los rendimientos adoptados (ver Anexo 4) para cada tipo de equipo o maquinaria son valores estándares, considerando rendimientos de catálogos de fabricantes y de estudios técnicos; y teniendo en cuenta un parque medio de cada tipo de equipo. O sea, dichos rendimientos no surgen de mediciones ni de estudios específicos de eficiencia energética realizados como parte del ejercicio de la encuesta, lo que está completamente fuera del alcance de la elaboración de un Balance de Energía Útil. No obstante, se considera que los valores adoptados proporcionan una adecuada precisión a los fines del 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, ya mencionada, 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 de las fuentes a los usos, según la fuente energética y la tecnología de los equipos y considerando una forma de operación y mantenimiento normales.

Conforme a lo anterior, se calcula que el rendimiento de utilización promedio del consumo de energía de la industria en Paraguay es de 83,3%.

El uso que posee mayor rendimiento es vapor, con el 87,6% de promedio. Es de mencionar que en este rendimiento no se incluyen las pérdidas en la distribución del vapor ni en los diversos equipos de uso final del vapor como calor para los procesos industriales. Le sigue fuerza motriz con el 85,6% de promedio, debido al elevado rendimiento de los motores eléctricos utilizados en el accionamiento.

Por el contrario, los rendimientos promedio más bajos están en iluminación (26,5%) y transporte interno (25,4%).

Tabla 2.7. Sector Industrial – Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									26,5	26,5
Vapor	74,1		82,0	80,6		86,8		88,3	89,5	87,6
Calor Directo	69,8	72,0	75,0	75,0		73,1	71,0	71,5	79,9	73,9
Fuerza Motriz						59,5		59,5	87,5	85,6
Frío de Proceso									74,2	74,2
Transporte Interno	18,0	18,0	24,0						80,0	25,4
Refrigeración de Ambientes									75,3	75,3
Procesos Electroquímicos									50,0	50,0
TOTAL	52,5	21,9	26,3	78,0	75,0	83,4	71,0	87,0	81,0	83,3

Fuente: elaboración propia.



2.4 Consumo de residuos de biomasa

Los residuos de biomasa consumidos en la industria paraguaya son: bagazo (BZ), aserrín, (AS), chips de madera (CH), cáscara de arroz (CA), cáscara de coco (CO), cartón (CN), cáscara de girasol (CG), aceite de pollo (AP), grasa (GV), lodo seco (LO), rumen (RU), cáscara de tung (TU).

Como se mencionó, los residuos son la principal fuente en el consumo final de energía de la industria, en 2021 se consumieron 533 ktep, que representan el 40,4% del consumo final total del sector.

El bagazo, producido principalmente en los ingenios azucareros, es el principal residuo cuyo consumo representa el 74,3% del total de residuos. Le siguen en importancia el consumo de chips de madera con el 9,2% y de cáscara de arroz con el 8,7%. Estos tres residuos representan el 92% del consumo final total de residuos.

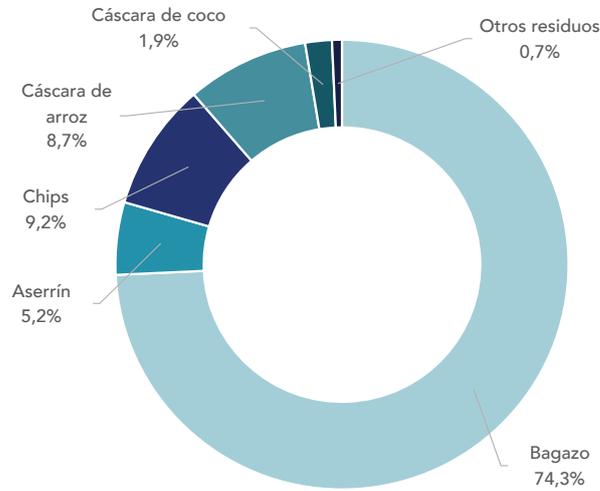
Tabla 2.8. Sector Industrial - Consumo final de residuos por tipo y usos - Año 2021 (ktep)

Usos	BZ	AS	CH	CA	CO	CN	CG	AP	GV	LO	RU	TU	Total
Vapor	388.554	3.496	45.778	45.892	9.994	77	522	5	1.151	164	1	1.851	497.485
Calor Directo	500	24.259	3.142	347	135								28.383
Fuerza Motriz	6.809			299	26								7.134
TOTAL	395.863	27.755	48.921	46.538	10.154	77	522	5	1.151	164	1	1.851	533.001

Fuente: elaboración propia.



Gráfico 2.5. Sector Industrial - Participación en el consumo final de residuos según tipo - Año 2021



Fuente: elaboración propia.

Tabla 2.9. Sector Industrial - Participación en el consumo final de residuos según tipo y uso - Año 2021 (%)

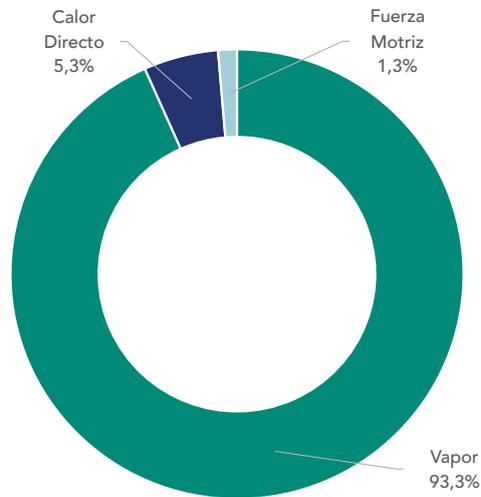
Usos	BZ	AS	CH	CA	CO	CN	CG	AP	GV	LO	RU	TU	Total
Vapor	78,1	0,7	9,2	9,2	2,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,4	100,0
Calor Directo	1,8	85,5	11,1	1,2	0,5								100,0
Fuerza Motriz	95,4			4,2	0,4								100,0
TOTAL	74,3	5,2	9,2	8,7	1,9	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3	100,0

Fuente: elaboración propia.

Los residuos se destinan a tres usos: vapor (93,3% del consumo final de residuos), calor directo (5,3%) y fuerza motriz (1,3%). En el capítulo 5 se verá en qué tipo de equipo de consumo final se consume cada residuo, y en el 6 el consumo de residuos para autoproducción de electricidad.



Gráfico 2.6. Sector Industrial - Participación de los usos en el consumo final de residuos - Año 2021



Fuente: elaboración propia.

El consumo final de bagazo se destina en un 98,2% a la producción de vapor, 0,1% a calor directo y el 1,7% restante a fuerza motriz (el consumo para generación eléctrica no es un consumo final y éste se analizará en el capítulo 6). El aserrín un 87,4% a calor directo y el resto a vapor. El 93,6% de los chips de madera corresponden a la producción de vapor y el resto a calor directo.

La cáscara de arroz se utiliza en un 98,6% en vapor, 0,7% en calor directo y 0,6% a fuerza motriz.

Tabla 2.10. Sector Industrial - Participación de los usos en el consumo final de residuos - Año 2021 (%)

Usos	BZ	AS	CH	CA	CO	CN	CG	AP	GV	LO	RU	TU	Total
Vapor	98,2	12,6	93,6	98,6	98,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	93,3
Calor Directo	0,1	87,4	6,4	0,7	1,3								5,3
Fuerza Motriz	1,7			0,6	0,3								1,3
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Los residuos proporcionaron 464 ktep de energía útil a la industria, es decir que tuvieron un rendimiento promedio de utilización de 87%.

Usos	BZ	AS	CH	CA	CO	CN	CG	AP	GV	LO	RU	TU	Total
Vapor	348.685	3.090	37.025	39.271	8.266	64	423	4	863	133	1	1.536	439.360
Calor Directo	375	17.446	2.114	260	90								20.285
Fuerza Motriz	4.051			178	15								4.244
TOTAL	353.111	20.536	39.139	39.709	8.372	64	423	4	863	133	1	1.536	463.890

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2.12. Sector Industrial - Participación en el consumo útil de residuos según tipo y uso - Año 2021 (%)

Usos	BZ	AS	CH	CA	CO	CN	CG	AP	GV	LO	RU	TU	Total
Vapor	79,4	0,7	8,4	8,9	1,9	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3	100,0
Calor Directo	1,8	86,0	10,4	1,3	0,4								100,0
Fuerza Motriz	95,4			4,2	0,4								100,0
TOTAL	76,1	4,4	8,4	8,6	1,8	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla 2.13. Sector Industrial - Participación de los usos en el consumo útil de residuos - Año 2021 (%)

Usos	BZ	AS	CH	CA	CO	CN	CG	AP	GV	LO	RU	TU	Total
Vapor	98,7	15,0	94,6	98,9	98,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	94,7
Calor Directo	0,1	85,0	5,4	0,7	1,1								4,4
Fuerza Motriz	1,1			0,4	0,2								0,9
TOTAL	100,0												

Fuente: elaboración propia.

Los rendimientos de utilización de los residuos en los distintos usos son relativamente similares. El rendimiento global de ellos, como se mencionó, fue del 87%.

Tabla 2.14. Sector Industrial – Rendimientos de utilización promedio de los residuos - Año 2021 (%)

Usos	BZ	AS	CH	CA	CO	CN	CG	AP	GV	LO	RU	TU	Total
Vapor	89,7	88,4	80,9	85,6	82,7	83,0	81,0	79,0	75,0	81,0	87,6	83,0	88,3
Calor Directo	75,0	71,9	67,3	75,0	67,1								71,5
Fuerza Motriz	59,5			59,5	59,5								59,5
TOTAL	89,2	74,0	80,0	85,3	82,4	83,0	81,0	79,0	75,0	81,0	87,6	83,0	87,0

Fuente: elaboración propia.



3. Consumo de energía por subsectores

3.1 Consumo de energía final por fuentes

En la siguiente tabla se presenta el consumo final de energía de cada uno de los 12 subsectores en que se ha desagregado el sector Industrial de Paraguay.

Tabla 3.1. Consumo de energía final por fuentes y subsectores - Año 2021 (tep)

Subsectores	GL	GS	DO	FO	CO	LE	CV	RB	EE	Total
1. Frigoríficos	55		174			15.508	70	19.835	16.851	52.494
2. Aceites			683			21.415		7.063	5.390	34.551
3. Molinería y Panadería	450	112	224			49.350		26.262	22.271	98.669
4. Azúcar	49		147			18.319		243.143	8.872	270.530
5. Resto Alim., B. y Tabaco	441	197	464	10.634		69.462	1	26.173	27.109	134.481
6. Textiles y Cuero	60	5	205			26.816		4.336	8.347	39.770
7. Papel e Impresión	321	6	366			45.767		2.781	8.161	57.402
8. Biocombustibles			202			142.971		170.992	18.199	332.364
9. Química, Caucho y P.	1.235	10	655			5.532		4.214	23.410	35.056
10. No Metálicos	876	26	5.604	9.612	45.754	47.862		26.941	36.991	173.665
11. Metales	197		347			14			9.736	10.294
12. Otras Ind. Manufact.	438	1	7.751			45.974		1.260	25.466	80.890
TOTAL	4.122	357	16.822	20.246	45.754	488.991	72	533.001	210.802	1.320.167

Fuente: elaboración propia.



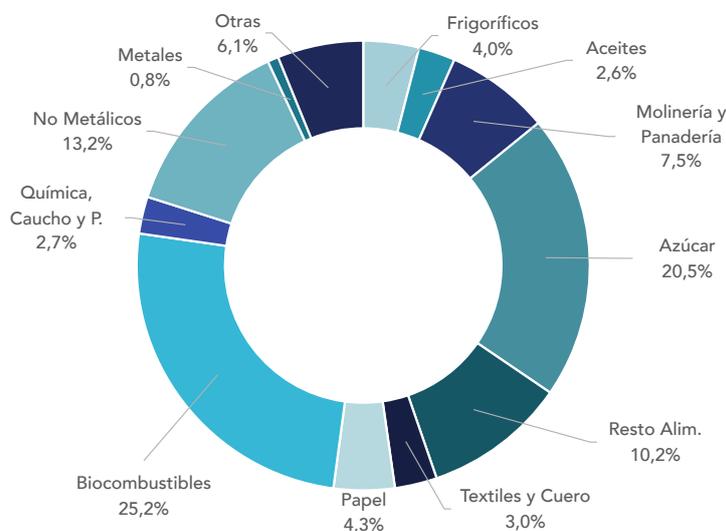
Biocombustibles y Azúcar sobresalen en el conjunto, con el 25,2% y 20,5% del consumo final total respectivamente. El consumo de residuos de biomasa en ambos y de leña en biocombustibles, para vapor, hace que sobresalgan del resto de los subsectores.

El tercer subsector en importancia en el consumo final es No metálicos, con el 13,2% del total de la industria. Dentro de este, sobresale el consumo de leña, coque de petróleo y residuos de biomasa para la producción de vapor y electricidad para fuerza motriz.

Luego figuran en importancia Resto alimentos y bebidas con el 10,2% del total y Molinería y Panadería con el 7,5%. Papel e impresión representa el 4,3%, frigoríficos el 4%, textiles y cuero el 3%, Aceites el 2,6%, Química y caucho el 2,7%. Los otros sectores tienen consumos relativamente más bajos, representando en conjunto el 6,9% del consumo final total Industrial.

En el Anexo 1 se presentan las matrices de consumo final y útil por fuentes y usos de cada uno de los 12 subsectores para un análisis más detallado.

Gráfico 3.1. Participación de los subsectores en el consumo final - Año 2021



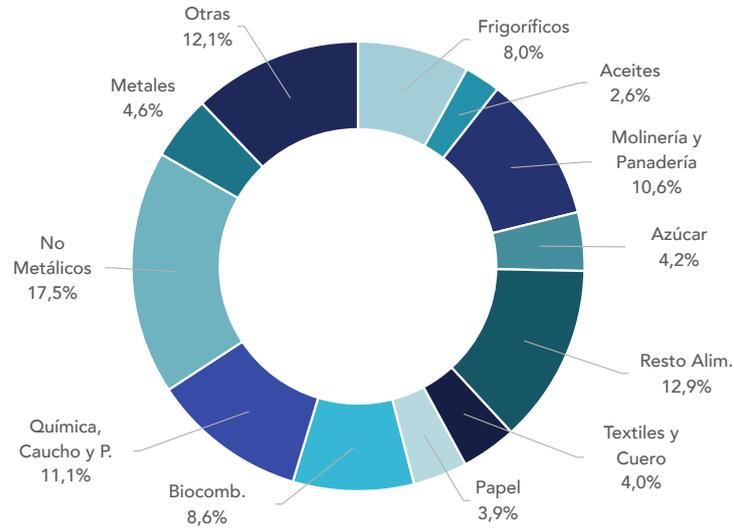
Fuente: elaboración propia.

El consumo de electricidad en cada uno de los subsectores muestra de alguna manera la importancia de cada uno en el valor agregado industrial y en el personal ocupado dada la alta correlación con estas variables. De los 2.451 GWh consumidos en la industria, el 7,5% ocurre en No metálicos, el 12,9% en Resto de alimentos y bebidas, el 12,1% en Otras industrias, el 11,1% en Química Caucho y plásticos, el 10,6% en Molinería y Panadería, el 8,6% en Biocombustibles y el 8% en frigoríficos. Estos 7 subsectores consumen en conjunto



el 81% de la electricidad. Los restantes subsectores tienen participaciones menores como puede verse en el siguiente gráfico.

Gráfico 3.2. Participación de los subsectores en el consumo de electricidad - Año 2021



Fuente: elaboración propia.

La principal fuente del consumo final Industrial, los residuos de biomasa se consumen en un 45,6% en Azúcar y un 32,1% en Biocombustibles. Como se mencionó, se utilizan en la producción de vapor.

En la leña, el 29,2% de su consumo ocurre Biocombustibles para la producción de vapor, casi exclusivamente, el 14,2% en Resto Alimentos y Bebidas, y participaciones cercanas al 10% en Molinería y Panadería, Papel e impresión y No metálicos.

El coque de petróleo se usa exclusivamente en No metálicos para calor directo.

El fuel oil se consume en un 52,5% en Resto Alimentos y Bebidas, el 47,5% en No metálicos (vapor y calor directo respectivamente)

El gas licuado de petróleo tiene una distribución variada en los subsectores, como se puede ver en la siguiente tabla.

La gasolina se consume principalmente en Resto de Alimentos y Bebidas (55,1%) y Molinería y Panadería (31,3%), en transporte interno.



El diésel se consume principalmente en Otras industrias (46,1%) y No metálicos (33,3%).

Finalmente, el carbón vegetal se utiliza casi exclusivamente en frigoríficos (98%) para Calor directo.

Tabla 3.2. Participación de los subsectores en el consumo final por fuentes - Año 2021 (%)

Subsectores	GL	GS	DO	FO	CO	LE	CV	RB	EE	Total
1. Frigoríficos	1,3		1,0			3,2	98,0	3,7	8,0	4,0
2. Aceites			4,1			4,4		1,3	2,6	2,6
3. Molinería y Panadería	10,9	31,3	1,3			10,1		4,9	10,6	7,5
4. Azúcar	1,2		0,9			3,7		45,6	4,2	20,5
5. Resto Alim., B. y Tabaco	10,7	55,1	2,8	52,5		14,2	2,0	4,9	12,9	10,2
6. Textiles y Cuero	1,5	1,5	1,2			5,5		0,8	4,0	3,0
7. Papel e Impresión	7,8	1,7	2,2			9,4		0,5	3,9	4,3
8. Biocombustibles			1,2			29,2		32,1	8,6	25,2
9. Química, Caucho y P.	30,0	2,9	3,9			1,1		0,8	11,1	2,7
10. No Metálicos	21,2	7,3	33,3	47,5	100,0	9,8		5,1	17,5	13,2
11. Metales	4,8		2,1			0,0			4,6	0,8
12. Otras Ind. Manufact.	10,6	0,2	46,1			9,4		0,2	12,1	6,1
TOTAL	100,0									

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestra el consumo final de residuos en los distintos subsectores. Es de mencionar que los residuos se consumen generalmente en los mismos establecimientos que los producen, siendo su comercialización restringida.

El bagazo se consume en un 61,4% en ingenios azucareros y el 38,6% en la producción de biocombustibles; cáscara de arroz en un 55,6% en Molinería y panadería y el 36,4%



en Biocombustibles; chips de madera en un 50,9% en Resto de Alimentos y Bebidas y 40,1% en Frigoríficos; aserrín 87,3% en No metálicos. Es resto de los residuos se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 3.3. Consumo de final de residuos por tipo y subsectores - Año 2021 (tep)

Subsectores	BZ	AS	CH	CA	CO	CN	CG	AP	GV	LO	RU	TU	Total
1. Frigoríficos		26	19.639					5		164	1		19.835
2. Aceites					4.690		522					1.851	7.063
3. Molinería y Panadería			378	25.884									26.262
4. Azúcar	243.143												243.143
5. Resto Alim., B. y Tabaco			24.898	1.197	1	77							26.173
6. Textiles y Cuero		47	617	2.521					1.151				4.336
7. Papel e Impresión					2.781								2.781
8. Biocombustibles	152.720			16.936	1.336								170.992
9. Química, Caucho y P.		2.693	176		1.346								4.214
10. No Metálicos		24.233	2.708										26.941
11. Metales													
12. Otras Ind. Manufact.		756	504										1.260
TOTAL	395.863	27.755	48.921	46.538	10.154	77	522	5	1.151	164	1	1.851	533.001

Fuente: elaboración propia.

3.2 Consumo de energía final por usos

Conocer cómo se distribuye el consumo por usos entre los distintos subsectores es necesario para analizar los mercados de usos finales de la energía. Podemos ver en las dos tablas siguientes que iluminación, fuerza motriz, transporte interno y refrigeración de ambientes están más o menos distribuidos en todos los subsectores, con variabilidad según los procesos productivos y la magnitud o nivel de actividad de cada uno de ellos.



Por su parte, vapor se concentra en Biocombustibles (35% del consumo del uso en la industria); Azúcar (29,1%). Calor directo prácticamente en un subsector: No metálicos con el 60,8% del uso y Resto Alimentos y bebidas con el 24,5%. Frío de proceso en Frigoríficos consume el 60,7% del consumo y Resto de Alimentos y bebidas el 21,9%. Procesos electroquímicos es un uso exclusivo de Química, Caucho y Plásticos.

Tabla 3.3. Consumo de energía final por subsectores y usos - Año 2021 (tep)

Subsectores	ILU	VAP	CAD	FMO	FRP	TRI	RDA	ETQ	Total
1. Frigoríficos	1.042	35.178	300	6.064	8.934	445	531		52.494
2. Aceites	41	20.432	8.498	4.754	37	683	105		34.551
3. Molinería y Panadería	919	69.025	11.544	14.568	1.202	384	1.028		98.669
4. Azúcar	212	255.922	3.311	10.498	74	206	306		270.530
5. Resto Alim., B. y Tabaco	1.388	54.751	52.975	19.302	3.226	933	1.906		134.481
6. Textiles y Cuero	918	31.159	86	5.584	10	265	1.749		39.770
7. Papel e Impresión	664	48.548	37	5.137		710	2.307		57.402
8. Biocombustibles	235	307.853	242	22.539	222	202	1.072		332.364
9. Química, Caucho y P.	1.226	11.044	3.320	10.425	898	538	4.117	3.489	35.056
10. No Metálicos	1.145		131.609	32.545		5.755	2.612		173.665
11. Metales	896	14	824	5.929	112	536	1.982		10.294
12. Otras Ind. Manufact.	2.198	46.901	3.732	17.029	4	7.906	3.120		80.890
TOTAL	10.883	880.828	216.477	154.374	14.718	18.564	20.834	3.489	1.320.167

ILU: iluminación; VAP: vapor; CAD: calor directo; FMO: fuerza motriz; FRP: frío de proceso; TRI: transporte interno; RDA: refrigeración de ambientes.

Fuente: elaboración propia.



Tabla 3.4. Participación de los subsectores en el consumo final por usos - Año 2021 (%)

Subsectores	ILU	VAP	CAD	FMO	FRP	TRI	RDA	ETQ	Total
1. Frigoríficos	9,6	4,0	0,1	3,9	60,7	2,4	2,5		4,0
2. Aceites	0,4	2,3	3,9	3,1	0,3	3,7	0,5		2,6
3. Molinería y Panadería	8,4	7,8	5,3	9,4	8,2	2,1	4,9		7,5
4. Azúcar	2,0	29,1	1,5	6,8	0,5	1,1	1,5		20,5
5. Resto Alim., B. y Tabaco	12,8	6,2	24,5	12,5	21,9	5,0	9,1		10,2
6. Textiles y Cuero	8,4	3,5	0,0	3,6	0,1	1,4	8,4		3,0
7. Papel e Impresión	6,1	5,5	0,0	3,3		3,8	11,1		4,3
8. Biocombustibles	2,2	35,0	0,1	14,6	1,5	1,1	5,1		25,2
9. Química, Caucho y P.	11,3	1,3	1,5	6,8	6,1	2,9	19,8	100,0	2,7
10. No Metálicos	10,5		60,8	21,1		31,0	12,5		13,2
11. Metales	8,2	0,0	0,4	3,8	0,8	2,9	9,5		0,8
12. Otras Ind. Manufact.	20,2	5,3	1,7	11,0	0,0	42,6	15,0		6,1
TOTAL	100,0								

Fuente: elaboración propia.



En la siguiente tabla se presentan las estructuras del consumo final por usos en cada uno de los subsectores con fines comparativos. Para analizar estas estructuras más en detalle debe verse la información presentada en el Anexo 1.

Tabla 3.5. Participación de los usos en el consumo final por subsectores - Año 2021 (%)

Subsectores	ILU	VAP	CAD	FMO	FRP	TRI	RDA	ETQ	Total
1. Frigoríficos	2,0	67,0	0,6	11,6	17,0	0,8	1,0		100,0
2. Aceites	0,1	59,1	24,6	13,8	0,1	2,0	0,3		100,0
3. Molinería y Panadería	0,9	70,0	11,7	14,8	1,2	0,4	1,0		100,0
4. Azúcar	0,1	94,6	1,2	3,9	0,0	0,1	0,1		100,0
5. Resto Alim., B. y Tabaco	1,0	40,7	39,4	14,4	2,4	0,7	1,4		100,0
6. Textiles y Cuero	2,3	78,3	0,2	14,0	0,0	0,7	4,4		100,0
7. Papel e Impresión	1,2	84,6	0,1	8,9		1,2	4,0		100,0
8. Biocombustibles	0,1	92,6	0,1	6,8	0,1	0,1	0,3		100,0
9. Química, Caucho y P.	3,5	31,5	9,5	29,7	2,6	1,5	11,7	10,0	100,0
10. No Metálicos	0,7		75,8	18,7		3,3	1,5		100,0
11. Metales	8,7	0,1	8,0	57,6	1,1	5,2	19,3		100,0
12. Otras Ind. Manufact.	2,7	58,0	4,6	21,1	0,0	9,8	3,9		100,0
TOTAL	0,8	66,7	16,4	11,7	1,1	1,4	1,6	0,3	100,0

Fuente: elaboración propia.



4. Consumo final de energía según el tamaño de los establecimientos

4.1 Consumo de energía final por fuentes

En el diseño muestral del sector Industrial de Paraguay se consideraron como dominios de estudio cada uno de los 12 subsectores, y se determinó el tamaño de las muestras por subsector. Luego, la estratificación en cada uno según el tamaño de los establecimientos se realiza a partir del cálculo de la asignación óptima y así se obtuvo la cantidad de establecimientos a encuestar en cada estrato de tamaño. Por lo tanto, mostrar los resultados por subsector y estrato no permite confiar en los errores máximos establecidos, entonces se muestran los resultados según tamaño para todo el sector Industrial. No obstante, del programa de procesamiento se pueden obtener los resultados por subsector y tamaño.

Tabla 4.1. Consumo de energía final según tamaño de los establecimientos - Año 2021 (tep)

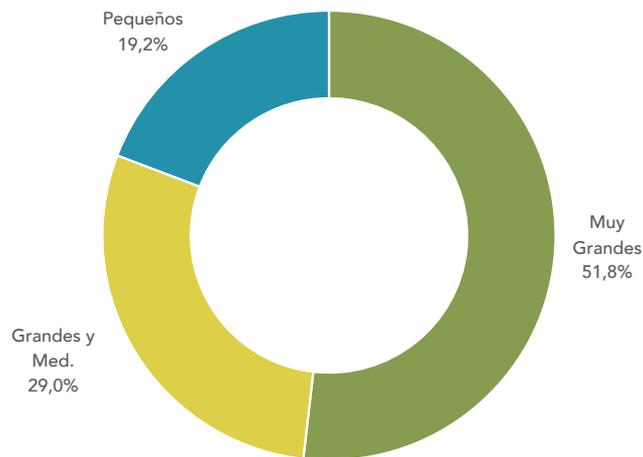
Tamaño	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Muy Grandes	1.803	6	5.009	18.174	45.754	198.531		308.983	105.727	683.989
Grandes y Med.	1.584	48	1.601	2.072		122.889	70	201.254	53.097	382.615
Pequeños	735	302	10.212			167.570	1	22.764	51.977	253.562
TOTAL	4.122	357	16.822	20.246	45.754	488.991	72	533.001	210.802	1.320.167

Fuente: elaboración propia.



De los 1.320 ktep de energía final que consumió el sector Industrial en 2021, el 51,8% fue en los establecimientos Muy Grandes, el 29% en Grandes y Medianos y el 19,2% restante en Pequeños.

Gráfico 4.1. Participación en el consumo final según tamaño de los establecimientos - Año 2021



Fuente: elaboración propia.

Puede observarse que, en valores absolutos, los Pequeños establecimientos consumen de energía final dos terceras partes que los Grandes y Medianos: 254 ktep y 383 ktep respectivamente. En la siguiente tabla se muestra el consumo promedio por establecimiento según tamaño, donde los Pequeños consumen la cuarentava parte que los Grandes y Medianos.

Tabla 4.2. Consumo de energía final por establecimiento según tamaño - Año 2021 (tep/establecimiento)

Muy Grandes	4.921
Grandes y Med.	612
Pequeños	15

Fuente: elaboración propia.

De la siguiente tabla se deduce que los combustibles más pesados -fuel oil, coque de petróleo, leña, carbón vegetal y residuos-, la electricidad y el gas licuado de petróleo tienen un peso relativo mayor en los establecimientos Muy Grandes, Grandes y Medianos; mientras que el diésel y la gasolina lo tienen en los Pequeños.



Tabla 4.4. Participación en el consumo final según tamaño de los establecimientos - Año 2021 (%)

Tamaño	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Muy Grandes	43,7	1,7	29,8	89,8	100,0	40,6		58,0	50,2	51,8
Grandes y Med.	38,4	13,5	9,5	10,2		25,1	98,0	37,8	25,2	29,0
Pequeños	17,8	84,8	60,7			34,3	2,0	4,3	24,7	19,2
TOTAL	100,0									

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.5. Participación de las fuentes en el consumo final según tamaño de los establecimientos - Año 2021 (%)

Tamaño	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Muy Grandes	0,3	0,0	0,7	2,7	6,7	29,0		45,2	15,5	100,0
Grandes y Med.	0,4	0,0	0,4	0,5		32,1	0,0	52,6	13,9	100,0
Pequeños	0,3	0,1	4,0			66,1	0,0	9,0	20,5	100,0
TOTAL	0,3	0,0	1,3	1,5	3,5	37,0	0,0	40,4	16,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

4.2 Consumo de energía final por usos

En las dos tablas siguientes se muestra el consumo por usos según tamaño en ktep y participación porcentual.

En iluminación, llamativamente, los Pequeños consumen el 42.4% del uso, ello principalmente debido a la cantidad de establecimientos de este estrato y a potencias relativas menores del resto del equipamiento.

Vapor se consume principalmente en los Muy Grandes (57,1% del total del uso Industrial); calor directo en los Pequeños (57,5%); fuerza motriz y frío de proceso en los Muy Grandes (56,7% y 65% respectivamente); transporte interno en Pequeños (60,9).



Tabla 4.6. Consumo de energía final por uso según tamaño de los establecimientos - Año 2021 (tep)

Tamaño	ILU	VAP	CAD	FMO	FRP	TRI	RDA	ETQ	Total
Muy Grandes	4.067	503.238	65.193	87.467	9.564	5.341	9.119		683.989
Grandes y Med.	2.205	304.225	26.896	36.282	3.517	1.914	4.087	3.489	382.615
Pequeños	4.612	73.364	124.388	30.625	1.636	11.308	7.628		253.562
TOTAL	10.883	880.828	216.477	154.374	14.718	18.564	20.834	3.489	1.320.167

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.7. Participación según tamaño de los establecimientos en los usos - Año 2021 (%)

Tamaño	ILU	VAP	CAD	FMO	FRP	TRI	RDA	ETQ	Total
Muy Grandes	37,4	57,1	30,1	56,7	65,0	28,8	43,8		51,8
Grandes y Med.	20,3	34,5	12,4	23,5	23,9	10,3	19,6	100,0	29,0
Pequeños	42,4	8,3	57,5	19,8	11,1	60,9	36,6		19,2
TOTAL	100,0								

Fuente: elaboración propia.



5. Consumo de energía final por tipo de equipo y antigüedad

En la industria paraguaya ha habido una significativa penetración de las lámparas LED. En 2021 se consumieron en el sector 10.883 tep (127 GWh) en iluminación, de los cuales el 54,1% fue con LED; luego, el 23,3% con tubos fluorescentes. El 22,6% restante con diferentes tipos de lámparas, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5.1. Consumo final en Iluminación por tipo de lámpara - Año 2021 (tep)

Tpo de lámpara	Fuente	Total	
LED	EE	5.888	54,1%
Tubo Fluorescente	EE	2.541	23,3%
Vapor de mercurio	EE	957	8,8%
Bajo Consumo	EE	518	4,8%
Mercurio halogenado	EE	341	3,1%
Sodio Alta Presion	EE	325	3,0%
Sodio Baja Presión	EE	192	1,8%
Incandescente	EE	88	0,8%
Halógena	EE	31	0,3%
Mezcladora	EE	3	0,0%
TOTAL		10.883	100,0%

Fuente: elaboración propia.

Como ya se vio, el vapor es el principal uso de la energía en la industria (66-70% del consumo, según sea energía final o energía útil). Puede apreciarse en la siguiente tabla la gran variedad de fuentes que se utilizan para producir vapor, en particular los diferentes tipos de residuos de biomasa.



El 31,9% corresponde a leña en calderas acuotubulares. Luego le siguen las calderas consumiendo bagazo, con el 31,6% del total del uso en acuotubulares y el 12,6% en humotubulares. Es decir que el principal combustible para producir vapor es el bagazo con el 44,2% del consumo final en el uso.

El 45,0% del consumo final total en vapor ocurre en calderas de una antigüedad mayor a 10 años².

Tabla 5.2. Consumo final en Vapor por tipo de equipo y antigüedad - Año 2021 (tep)

Equipo	Fuente	Antigüedad			NS/NC	Total	
		0 a 5 años	6 a 10 años	> a 10 años			
Acuotubular	LE	88.969	77.922	114.044		280.936	31,9%
Acuotubular	BZ	12.593	80.061	185.328		277.983	31,6%
Humotubular	BZ	49.093	59.377	2.100		110.571	12,6%
Humotubular	LE	4.483	29.832	55.712		90.027	10,2%
Humotubular	CH	20.639	617	15.677		36.932	4,2%
Acuotubular	CA	6.799	27.243	317		34.359	3,9%
Humotubular	CA	2.521	9.012	0		11.534	1,3%
Humotubular	EE	3.846	560	6.228		10.634	1,2%
Acuotubular	CH	456	1.838	6.553		8.846	1,0%
Acuotubular	CO	312	6.607	832		7.751	0,9%
Humotubular	BZ	0	803	2.693		3.496	0,4%
Humotubular	CO	0	0	2.243		2.243	0,3%
Acuotubular	TU	0	0	1.851		1.851	0,2%
Humotubular	GV	0	0	1.151		1.151	0,1%

² En la Tabla 5.2 se computa la antigüedad total de las calderas, desde su instalación inicial. Es decir, no se considera el año de la última reparación integral (overhaul). Ahora, para el cálculo de los rendimientos de las calderas sí se tuvo encuesta el año de la reparación integral debido a la mejora importante en los rendimientos que ello implica.



Equipo	Fuente	Antigüedad				Total	
		0 a 5 años	6 a 10 años	> a 10 años	NS/NC		
Humotubular	GL	0	301	527		827	0,1%
Humotubular	CO	577	9	31		618	0,1%
Acuotubular	CG	0	0	522		522	0,1%
Humotubular	EE	0	0	235		235	0,0%
Acuotubular	LO	0	0	164		164	0,0%
Humotubular	CN	0	0	77		77	0,0%
Acuotubular	GL	39	0	19		58	0,0%
Acuotubular	EE	6	3	0		9	0,0%
Humotubular	AP	0	0	5		5	0,0%
Humotubular	RU	0	0	1		1	0,0%
TOTAL		190.335	294.185	396.308		880.828	100,0%
		21,6%	33,4%	45,0%		100,0%	

Fuente: elaboración propia.

En calor directo, los hornos que consumen leña representan el 48,8% del consumo final total en el uso, seguidos de los hornos en la industria cementera con el 21,6%.



En el consumo por antigüedad de los diferentes equipos de calor directo está similarmente repartido en los distintos rangos de antigüedad como puede verse en la siguiente tabla³.

Tabla 5.3. Consumo final en Calor Directo por tipo de equipo y antigüedad - Año 2021 (tep)

Equipo	Fuente	Antigüedad				Total	
		0 a 5 años	6 a 10 años	> a 10 años	NS/NC		
Horno	LE	47.147	44.083	12.664	1.722	105.616	48,8%
Horno	CQ	0	0	45.754	0	45.754	21,1%
Horno	AS	0	18.699	0	0	18.699	8,6%
Horno	FO	0	0	9.612	0	9.612	4,4%
Horno	EE	1.871	2.856	1.022	0	5.749	2,7%
Calentador	AS	5.534	0	0	0	5.534	2,6%
Otros equipo de CD	EE	1.229	434	769	1.814	4.247	2,0%
Secador	LE	0	2.862	1.163	0	4.024	1,9%
Secador	EE	17	833	2.686	220	3.756	1,7%
Caldera de Agua Caliente	LE	0	1.963	1.509	0	3.471	1,6%
Horno	CH	0	2.708	0	0	2.708	1,3%
Calentador	EE	577	264	293	574	1.708	0,8%
Horno	GL	863	446	165	18	1.492	0,7%
Calentador	LE	0	0	0	1.141	1.141	0,5%
Evaporador	EE	2	39	586	384	1.012	0,5%
Caldera de Agua Caliente	BZ	500	0	0	0	500	0,2%

³ Al igual que en las calderas, en los equipos de calor directo se considera la antigüedad original y no la del último overhaul.



Equipo	Fuente	Antigüedad				Total	
		0 a 5 años	6 a 10 años	> a 10 años	NS/NC		
Horno	CA	0	0	347	0	347	0,2%
Secador	CH	336	0	0	0	336	0,2%
Secador	GL	40	8	89	0	137	0,1%
Evaporador	CH	0	98	0	0	98	0,0%
Otros equipo de CD	GL	0	0	0	81	81	0,0%
Calentador	GL	1	0	74	0	75	0,0%
Secador	CC	0	71	0	0	71	0,0%
Horno	CV	70	0	0	0	70	0,0%
Otros equipo de CD	DO	0	0	68	0	68	0,0%
Evaporador	CC	0	0	64	0	64	0,0%
Caldera de Agua Caliente	EE	21	27	2	0	51	0,0%
Caldera de Agua Caliente	AS	0	0	0	26	26	0,0%
Horno	GL	0	26	0	0	26	0,0%
Otros equipo de CD	CV	0	0	0	1	1	0,0%
Evaporador	LE	0	1	0	0	1	0,0%
TOTAL		58.209	75.419	76.869	5.981	216.477	100,0%
		26,9%	34,8%	35,5%	2,8%	100,0%	

Fuente: elaboración propia.



La fuerza motriz fija es un uso generalmente cautivo de la electricidad. En el caso de la industria de Paraguay, además, hay un consumo menor de bagazo en turbinas de vapor y consumos muy pocos significativos de cáscara de arroz y cáscara de coco. Estos consumos de residuos de biomasa accionando turbinas de vapor son en sistemas de cogeneración.

El principal componente del consumo final en fuerza motriz son los motores varios eléctricos (23,0% del total del uso), seguidos de las bombas y los molinos con el 16,7% y 15,2% respectivamente. En cuarto lugar los ventiladores (13,0%); y en quinto los compresores (12,0%).

Tabla 5.4. Consumo final en Fuerza Motriz por tipo de equipo y antigüedad - Año 2021 (tep)

Equipo	Fuente	Antigüedad				NS/NC	Total	
		0 a 5 años	6 a 10 años	> a 10 años				
Motores varios	EE	6.339	15.061	6.015	8.087	35.502	23,0%	
Bombas	EE	4.344	6.468	6.149	8.848	25.809	16,7%	
Molinos	EE	3.117	4.386	14.381	1.544	23.428	15,2%	
Ventiladores	EE	10.029	4.134	1.347	4.560	20.071	13,0%	
Compresores	EE	6.987	7.784	2.193	1.497	18.461	12,0%	
Maquinas herramientas	EE	2.813	1.509	7.003	537	11.861	7,7%	
Turbina de Vapor	BZ	0	1.178	5.631	0	6.809	4,4%	
Cintas transportadoras	EE	1.634	1.849	265	1.575	5.323	3,4%	
Turbina de Vapor	LE	1.041	1.219	1.514	0	3.775	2,4%	
Prensas	EE	550	755	1.450	255	3.010	1,9%	
Turbina de Vapor	CA	84	215	0	0	299	0,2%	
Turbina de Vapor	CO	4	22	0	0	26	0,0%	
TOTAL		36.942	44.580	45.949	26.903	154.374	100,0%	
		23,9%	28,9%	29,8%	17,4%	100,0%		

Fuente: elaboración propia.



Los consumos en equipos de fuerza motriz tienen una antigüedad relativamente media: el 29,8% en equipos de más de 10 años; el 28,9% entre 6 y 10 años; y el 23,9% entre 0 y 5 años. El 17,4% restante no informó la antigüedad.

En frío de proceso el 52,2% del consumo final es en equipos con compresores rotativos; el 20,8% son scroll; el 17,5% con compresores alternativos. La antigüedad es relativamente mediana: el 38,1% tiene de 6 a 10 años; el 33,3% más de 10 años; y el 28,2% de 0 a 5 años.

Tabla 5.5. Consumo final en Frío de Proceso por tipo de equipo y antigüedad - Año 2021 (tep)

Equipo	Fuente	Antigüedad				Total	
		0 a 5 años	6 a 10 años	> a 10 años	NS/NC		
Compresor Rotativo	EE	1.422	2.762	3.492		7.675	52,2%
Compresor Scroll	EE	473	1.658	935		3.065	20,8%
Compresor Alternativo	EE	1.025	1.092	462		2.579	17,5%
Compresor Centrifugo	EE	1.281	99	18	0	1.398	9,5%
TOTAL		4.201	5.610	4.907	0	14.718	100,0%
		28,5%	38,1%	33,3%	0,0%	100,0%	

Fuente: elaboración propia.

Como se mencionó, el transporte interno es el de los vehículos que realizan el transporte de materias primas y mercaderías dentro de los límites del establecimiento. El principal equipo del consumo en transporte interno es la pala mecánica, consumiendo diésel, con el 29,7% del total. Le siguen los montacargas o autoelevadores en conjunto con el 28,3% (dentro de estos, los accionados con diésel son los mayoritarios con el 16,1% del consumo final total en el uso; luego a gas licuado de petróleo el 7,8%; eléctricos el 2,6%, y a gasolina el 1,8%). En tercer lugar, los tractores diésel representan el 23,3% del consumo final en el uso.

En cuanto a la antigüedad, el 47,6% del consumo ocurre en equipos de 0 a 5 años; el 30,7% de más de 10 años; y el 19,3% de 6 a 10 años.



Tabla 5.6. Consumo final en Transporte Interno por tipo de equipo y antigüedad - Año 2021 (tep)

Equipo	Fuente	Antigüedad				Total	
		0 a 5 años	6 a 10 años	> a 10 años	NS/NC		
Pala mecánica	DO	2.885	746	1.885		5.515	29,7%
Tractor	DO	1.686	1.021	1.611		4.318	23,3%
Autoelevador/ Montacarga	DO	1.440	662	493	394	2.988	16,1%
Retroexcavadora	DO	1.520		13		1.533	8,3%
Autoelevador/ Montacarga	GL	623	485	334	10	1.452	7,8%
Camion	DO	12	307	1.029		1.348	7,3%
Autoelevador/ Montacarga	EE	203	238	15	26	481	2,6%
Grúa Movil	DO	180	111	143		435	2,3%
Autoelevador/ Montacarga	GS	302	8	21		331	1,8%
Grúa Movil	EE	0	1	163		163	0,9%
TOTAL		8.849	3.579	5.707	429	18.564	100,0%
		47,7%	19,3%	30,7%	2,3%	100,0%	

Fuente: elaboración propia.



En la siguiente tabla se presentan los consumos en refrigeración de ambientes por tipo de equipo. En estos no se preguntó la antigüedad.

Tabla 5.7. Consumo final en Refrigeración de Ambientes por tipo de equipo y antigüedad - Año 2021 (tep)

Equipo	Fuente	Antigüedad				Total	
		0 a 5 años	6 a 10 años	> a 10 años	NS/NC		
Aire acondicionado	EE				15.513	15.513	74,5%
Sistema de aire acondicionado central	EE				5.321	5.321	25,5%
TOTAL					20.834	20.834	100,0%
					100,0%	100,0%	

Fuente: elaboración propia.

A continuación, el consumo en procesos electroquímicos que es marginal en la industria paraguaya ya que representa sólo el 0,2% del consumo final del sector.

Tabla 5.8. Consumo final en Procesos Electroquímicos por tipo de equipo y antigüedad - Año 2021 (tep)

Equipo	Fuente	Antigüedad				Total	
		0 a 5 años	6 a 10 años	> a 10 años	NS/NC		
Electrólisis	EE		3.488			3.488	100,0%
Otros Procesos	EE	1				1	0,0%
TOTAL		1	3.488			3.489	100,0%
		0,0%	100,0%			100,0%	

Fuente: elaboración propia.



Consumo en fuerza motriz por rango de potencia

En la siguiente tabla se muestran los consumos finales en fuerza motriz por tipo de equipo y rango de potencia de los motores y la turbina de vapor⁴.

El 54,9% del consumo final de energía en fuerza motriz ocurre en motores de más de 50 kW de potencia; el 16,4% en el rango de 20 a 50 kW; y, en tercer lugar, el 15,3% en los que tienen de 5 a 20 kW.

Tabla 5.9. Consumo final en Fuerza Motriz según rango de potencia - Año 2021 (tep)

Equipo	Fuente	Potencia					Total	
		0 a 1 kW	1 a 5 kW	5 a 20 kW	20 a 50 kW	>50 kW		
Molinos	EE	2	327	2.616	1.298	19.185	23.428	15,2%
Ventiladores	EE	310	2.553	1.927	2.025	13.255	20.071	13,0%
Bombas	EE	78	1.513	5.847	6.296	12.075	25.809	16,7%
Motores varios	EE	1.502	7.602	7.816	6.876	11.706	35.502	23,0%
Compresores	EE	260	1.517	2.484	3.283	10.917	18.461	12,0%
Turbina de Vapor	BZ					6.809	6.809	4,4%
Turbina de Vapor	LE					3.775	3.775	2,4%
Maquinas herramientas	EE	70	3.597	1.832	2.613	3.749	11.861	7,7%
Cintas transportadoras	EE	111	778	648	2.217	1.570	5.323	3,4%
Prensas	EE	2	518	370	672	1.448	3.010	1,9%
Turbina de Vapor	CA					299	299	0,2%
Turbina de Vapor	CC		4	22			26	0,0%
TOTAL		2.336	18.408	23.562	25.279	84.788	154.374	100,0%
		1,5%	11,9%	15,3%	16,4%	54,9%	100,0%	

Fuente: elaboración propia.

⁴ A partir de la base de datos de la encuesta se puede obtener la cantidad de motores según rango de potencia.



6. Autoproducción de electricidad

La potencia instalada en Autoproducción en el sector Industrial de Paraguay fue, en 2021, de 263,0 MW, que generaron 230,76 GWh. Esta generación de electricidad, que se suma a la proveniente del servicio público, representó el 9,4% del consumo de electricidad en el sector.

La mayor cantidad de potencia es de motores diésel, con 176,8 MW significaron el 67,2% de la potencia total en Autoproducción. En turbinas de vapor había 80,0 MW que representaron el 30,4% de la potencia total; en motores otto 6,3 MW y 2,4% del total.

La mayor cantidad de energía generada fue en turbinas de vapor, con 228,87 MWh que representaron el 98,7% de la autoproducción de electricidad. Los motores diésel y otto tienen una generación insignificante en el total dado que se utilizan sólo en situaciones de emergencia ante cortes en el suministro del servicio público.

Se ha calculado el factor de planta como el cociente entre la generación real y la que se hubiera generado funcionando las 8.760 horas del año a la potencia nominal. En la siguiente tabla se observa que las turbinas de vapor tienen un factor de planta relativamente bajo (6,29%) dado que su uso es muy estacional. Los motores diésel y otto tienen factores de planta más bajos aún dado que, como se mencionó, se utilizan exclusivamente en situaciones de emergencia.

Tabla 6.1. Sector Industrial - Potencia instalada y generación en Autoproducción - Año 2021

Tipo	Potencia (MW)		Generación (GWh)		Consumo (tep)		F. Pta.
Turbina de Vapor	80,0	30,4%	228,87	98,7%	Biomasa	44.063	6,29%
Motor Diésel	176,8	67,2%	1,80	1,2%	DO	537	0,03%
Motor Otto	6,3	2,4%	0,09	0,1%	GS	41	0,07%
TOTAL	263,0	100,0%	230,76	100,0%		44.641	

Fuente: elaboración propia.



Las centrales a vapor, que generan sólo en los subsectores de Azúcar y Biocombustibles, utilizan leña y residuos del propio proceso productivo. El bagazo es el principal combustible con el 57,2% seguido de la leña con el 39,2%.

Tabla 6.1. Sector Industrial - Consumo de biomásas en Autoproducción - Año 2021

Biomásas	tep	
Bagazo	25.189	57,2%
Leña	17.259	39,2%
Cáscara de arroz	1.515	3,4%
Cáscara de coco	100	0,2%
TOTAL	44.063	100,0%

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestran la potencia instalada y generación en Autoproducción en los distintos subsectores. Puede observarse que Azúcar y Biocombustibles son los subsectores donde hay una mayor autoproducción. En Azúcar, los 87,76 GWh generados representan el 85,1% de la electricidad consumida en el subsector; mientras que en el subsector de los Biocombustibles, los 141,17 GWh generados representan el 66,7% de su consumo.



Tabla 6.3. Potencia instalada y generación en Autoproducción por subsectores - Año 2021

Subsectores	Potencia (mW)		Generación (GWh)	
1. Frigoríficos	23,8	9,0%	0,10	0,0%
2. Aceites	3,5	1,3%	0,04	0,0%
3. Molinería y Panadería	23,8	9,1%	0,47	0,2%
4. Azúcar	45,3	17,2%	87,76	38,0%
5. Resto Alim., B. y Tabaco	43,4	16,5%	0,22	0,1%
6. Textiles y Cuero	17,7	6,7%	0,07	0,0%
7. Papel e Impresión	2,6	1,0%	0,01	0,0%
8. Biocombustibles	40,3	15,3%	141,17	61,2%
9. Química, Caucho y P.	23,0	8,8%	0,26	0,1%
10. No Metálicos	5,6	2,1%	0,23	0,1%
11. Metales	15,0	5,7%	0,28	0,1%
12. Otras Ind. Manufact.	19,1	7,3%	0,14	0,1%
TOTAL	263,0	100,0%	230,76	100,0%

Fuente: elaboración propia.



7. Medidas de eficiencia energética y barreras

En el cuestionario de la encuesta se realizó la siguiente pregunta: “¿Han implementado o tienen intención de implementar en el corto plazo alguna de las siguientes medidas de uso eficiente de la energía?”, y luego se enumeran un conjunto de 10 medidas que cubren las principales acciones de eficiencia energética de aplicación en la industria.

La medida más difundida es la iluminación eficiente con una implementación del 62,3%. Le siguen las mejoras de eficiencia en caldera y las mejoras de eficiencia en equipos de calor directo, con 52,1% y 16,1% de implementación respectivamente. Valores de implementación similares tienen las medidas en motores eléctricos y compresores eficientes con grado de implementación del orden del 40% al 36%.

Por el contrario, las medidas con menor difusión son los sistemas de gestión de la energía (ISO 50001) con 2,2% de implementación, y la utilización de energía solar térmica (3,3%).

En cuanto a la intención de implementación en el corto plazo, los valores en general son bajos, resultando las mejoras en calderas y equipos de calor directo con intención del 27,7% y 15,6% de los establecimientos encuestados respectivamente.

Tabla 7.1. Medidas de eficiencia implementadas o con intención en el corto plazo - Año 2021

Medidas	% Implem.	% Intencion
Iluminación eficiente	62,3%	8,7%
Mejoras de eficiencia en calderas existentes	52,1%	27,7%
Mejoras de eficiencia en hornos, secadores, calentadores, etc.	46,1%	15,6%
Incorporación de motores eléctricos eficientes	39,8%	8,7%
Colocación de variadores de velocidad en motores eléctricos	37,4%	5,4%
Incorporación de compresores eficientes	36,0%	5,2%
Estudios de factibilidad técnico-económica de ahorro de energía	15,2%	13,3%
Auditorías Energéticas	11,7%	11,4%
Utilización de energía solar térmica	3,3%	11,1%
Sistema de Gestión de la Energía (ISO 50001)	2,2%	9,5%

Fuente: elaboración propia.



En relación con las barreras u obstáculos a la implementación de medidas de eficiencia energética se observa en las respuestas que un porcentaje medio de los entrevistados responde afirmativamente a la existencia de las distintas barreras. En la siguiente tabla se presentan las respuestas afirmativas a las diferentes barreras.

Estas respuestas indican la importancia de reforzar la implementación de las políticas públicas existentes en Paraguay, con instrumentos adecuados que apunten a eliminar las barreras indicadas.

Tabla 7.2. Barreras a la eficiencia energética - Año 2021

Barreras	Si
Costo de implementación de las medidas e inversión en equipos	48,2%
Falta de conocimiento suficiente sobre el tema	46,3%
Falta de difusión acerca de las tecnologías/equipos para ahorrar energía	40,9%
Falta de financiamiento	38,5%
Falta de incentivos	36,0%
Ausencia de empresas de servicios o profesionales capacitados en eficiencia energética	33,6%
Falta de normativas legales o técnicas apropiadas	23,9%

Fuente: elaboración propia.



Anexo 1. Consumo de energía por fuentes y usos según subsectores

A1.1 Frigoríficos

Tabla A1.1.1. Subsector Frigoríficos - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									1.042	1.042
Vapor						15.369		19.809		35.178
Calor Directo	18					139	70	26	46	300
Fuerza Motriz									6.064	6.064
Frío de Proceso									8.934	8.934
Transporte Interno	37		174						234	445
Refrigeración de Ambientes									531	531
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	55		174			15.508	70	19.835	16.851	52.494

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.1.2. Subsector Frigoríficos - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						43,7		56,3		100,0
Calor Directo	6,1					46,3	23,4	8,7	15,5	100,0



Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	8,3		39,1						52,6	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,1		0,3			29,5	0,1	37,8	32,1	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.1.3. Subsector Frigoríficos - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									6,2	2,0
Vapor						99,1		99,9		67,0
Calor Directo	33,1					0,9	100,0	0,1	0,3	0,6
Fuerza Motriz									36,0	11,6
Frío de Proceso									53,0	17,0
Transporte Interno	66,9		100,0						1,4	0,8
Refrigeración de Ambientes									3,2	1,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0		100,0			100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.1.4. Subsector Frigoríficos - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									204	204
Vapor						13.184		16.717		29.901
Calor Directo	12					99	50	19	37	217
Fuerza Motriz									5.329	5.329
Frío de Proceso									6.542	6.542
Transporte Interno	7		42						187	236
Refrigeración de Ambientes									400	400
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	19		42			13.283	50	16.736	12.699	42.829

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.1.5. Subsector Frigoríficos - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						44,1		55,9		100,0
Calor Directo	5,7					45,4	23,0	8,7	17,2	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	2,8		17,7						79,5	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,0		0,1			31,0	0,1	39,1	29,7	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.1.6. Subsector Frigoríficos - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									1,6	0,5
Vapor						99,3		99,9		69,8
Calor Directo	65,1					0,7	100,0	0,1	0,3	0,5
Fuerza Motriz									42,0	12,4
Frío de Proceso									51,5	15,3
Transporte Interno	34,9		100,0						1,5	0,6
Refrigeración de Ambientes									3,1	0,9
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0		100,0			100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.1.7. Subsector Frigoríficos - Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									19,5	19,5
Vapor						85,8		84,4		85,0
Calor Directo	68,0					71,0		72,0	82,0	72,4
Fuerza Motriz									87,9	87,9
Frío de Proceso									73,2	73,2
Transporte Interno	18,0		24,0						80,0	52,9
Refrigeración de Ambientes									75,3	75,3
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	34,5		24,0			85,6		84,4	75,4	81,6

Fuente: elaboración propia.



A1.2 Aceites

Tabla A1.2.1. Subsector Aceites - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									41	41
Vapor						13.504		6.928		20.432
Calor Directo						7.911		135	453	8.498
Fuerza Motriz									4.754	4.754
Frío de Proceso									37	37
Transporte Interno			683							683
Refrigeración de Ambientes									105	105
Procesos Electroquímicos										
TOTAL			683			21.415		7.063	5.390	34.551

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.2.2. Subsector Aceites - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						66,1		33,9		100,0
Calor Directo						93,1		1,6	5,3	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno			100,0							100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL			2,0			62,0		20,4	15,6	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.2.3. Subsector Aceites - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									0,8	0,1
Vapor						63,1		98,1		59,1
Calor Directo						36,9		1,9	8,4	24,6
Fuerza Motriz									88,2	13,8
Frío de Proceso									0,7	0,1
Transporte Interno			100,0							2,0
Refrigeración de Ambientes									1,9	0,3
Procesos Electroquímicos										
TOTAL			100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.2.4. Subsector Aceites - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									12	12
Vapor						11.486		5.518		17.004
Calor Directo						5.922		90	311	6.323
Fuerza Motriz									4.174	4.174
Frío de Proceso									26	26
Transporte Interno			164							164
Refrigeración de Ambientes									79	79
Procesos Electroquímicos										
TOTAL			164			17.409		5.608	4.602	27.782

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.2.5. Subsector Aceites - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						67,6		32,4		100,0
Calor Directo						93,7		1,4	4,9	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno			100,0							100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL			0,6			62,7		20,2	16,6	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.2.6. Subsector Aceites - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									0,3	0,0
Vapor						66,0		98,4		61,2
Calor Directo						34,0		1,6	6,8	22,8
Fuerza Motriz									90,7	15,0
Frío de Proceso									0,6	0,1
Transporte Interno			100,0							0,6
Refrigeración de Ambientes									1,7	0,3
Procesos Electroquímicos										
TOTAL			100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.2.7. Subsector Aceites - Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									29,8	29,8
Vapor						85,1		79,6		83,2
Calor Directo						74,9		67,1	68,7	74,4
Fuerza Motriz									87,8	87,8
Frío de Proceso									70,0	70,0
Transporte Interno			24,0							24,0
Refrigeración de Ambientes									75,6	75,6
Procesos Electroquímicos										
TOTAL			24,0			81,3		79,4	85,4	80,4

Fuente: elaboración propia.

A1.3 Molinería y Panadería

Tabla A1.3.1. Subsector Molinería y Panadería - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									919	919
Vapor						42.763		26.262		69.025
Calor Directo	446					6.587			4.510	11.544
Fuerza Motriz									14.568	14.568
Frío de Proceso									1.202	1.202
Transporte Interno	4	112	224						44	384
Refrigeración de Ambientes									1.028	1.028
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	450	112	224			49.350		26.262	22.271	98.669

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.3.2. Subsector Molinería y Panadería - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						62,0		38,0		100,0
Calor Directo	3,9					57,1			39,1	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	1,0	29,1	58,5						11,3	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,5	0,1	0,2			50,0		26,6	22,6	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.3.3. Subsector Molinería y Panadería - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									4,1	0,9
Vapor						86,7		100,0		70,0
Calor Directo	99,1					13,3			20,3	11,7
Fuerza Motriz									65,4	14,8
Frío de Proceso									5,4	1,2
Transporte Interno	0,9	100,0	100,0						0,2	0,4
Refrigeración de Ambientes									4,6	1,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0	100,0	100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.3.4. Subsector Molinería y Panadería - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									217	217
Vapor						37.537		21.289		58.826
Calor Directo	321					4.407			3.704	8.433
Fuerza Motriz									12.503	12.503
Frío de Proceso									912	912
Transporte Interno	1	20	54						35	109
Refrigeración de Ambientes									775	775
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	322	20	54			41.945		21.289	18.146	81.776

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.3.5. Subsector Molinería y Panadería - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						63,8		36,2		100,0
Calor Directo	3,8					52,3			43,9	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	0,6	18,4	49,2						31,8	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,4	0,0	0,1			51,3		26,0	22,2	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.3.6. Subsector Molinería y Panadería - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									1,2	0,3
Vapor						89,5		100,0		71,9
Calor Directo	99,8					10,5			20,4	10,3
Fuerza Motriz									68,9	15,3
Frío de Proceso									5,0	1,1
Transporte Interno	0,2	100,0	100,0						0,2	0,1
Refrigeración de Ambientes									4,3	0,9
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0	100,0	100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.3.7. Subsector Molinería y Panadería - Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									23,6	23,6
Vapor						87,8		81,1		85,2
Calor Directo	71,9					66,9			82,1	73,0
Fuerza Motriz									85,8	85,8
Frío de Proceso									75,9	75,9
Transporte Interno	18,0	18,0	24,0						80,0	28,5
Refrigeración de Ambientes									75,4	75,4
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	71,4	18,0	24,0			85,0		81,1	81,5	82,9

Fuente: elaboración propia.



A1.4 Azúcar

Tabla A1.4.1. Subsector Azúcar - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									212	212
Vapor						16.805		239.118		255.922
Calor Directo								500	2.811	3.311
Fuerza Motriz						1.514		3.525	5.459	10.498
Frío de Proceso									74	74
Transporte Interno	49		147						10	206
Refrigeración de Ambientes									306	306
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	49		147			18.319		243.143	8.872	270.530

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.4.2. Subsector Azúcar - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						6,6		93,4		100,0
Calor Directo								15,1	84,9	100,0
Fuerza Motriz						14,4		33,6	52,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	23,6		71,3						5,0	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,0		0,1			6,8		89,9	3,3	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.4.3. Subsector Azúcar - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									2,4	0,1
Vapor						91,7		98,3		94,6
Calor Directo								0,2	31,7	1,2
Fuerza Motriz						8,3		1,4	61,5	3,9
Frío de Proceso									0,8	0,0
Transporte Interno	100,0		100,0						0,1	0,1
Refrigeración de Ambientes									3,5	0,1
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0		100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.4.4. Subsector Azúcar - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									49	49
Vapor						15.444		215.011		230.455
Calor Directo								375	2.330	2.705
Fuerza Motriz						901		2.097	4.848	7.846
Frío de Proceso									55	55
Transporte Interno	9		35						8	52
Refrigeración de Ambientes									227	227
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	9		35			16.345		217.484	7.516	241.389

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.4.5. Subsector Azúcar - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						6,7		93,3		100,0
Calor Directo								13,9	86,1	100,0
Fuerza Motriz						11,5		26,7	61,8	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	16,8		67,5						15,8	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,0		0,0			6,8		90,1	3,1	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.4.6. Subsector Azúcar - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									0,7	0,0
Vapor						94,5		98,9		95,5
Calor Directo								0,2	31,0	1,1
Fuerza Motriz						5,5		1,0	64,5	3,3
Frío de Proceso									0,7	0,0
Transporte Interno	100,0		100,0						0,1	0,0
Refrigeración de Ambientes									3,0	0,1
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0		100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.4.7. Subsector Azúcar - Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									23,1	23,1
Vapor						91,9		89,9		90,0
Calor Directo								75,0	82,9	81,7
Fuerza Motriz						59,5		59,5	88,8	74,7
Frío de Proceso									75,0	75,0
Transporte Interno	18,0		24,0						79,9	25,4
Refrigeración de Ambientes									74,0	74,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	18,0		24,0			89,2		89,4	84,7	89,2

Fuente: elaboración propia.

A1.5 Resto de Alimenticias, Bebidas y Tabaco

Tabla A1.5.1. Subsector Resto de Alimenticias, Bebidas y Tabaco - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									1.388	1.388
Vapor			99	10.634		17.958		25.826	235	54.751
Calor Directo	108					51.505	1	347	1.014	52.975
Fuerza Motriz									19.302	19.302
Frío de Proceso									3.226	3.226
Transporte Interno	332	197	365						38	933
Refrigeración de Ambientes									1.906	1.906
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	441	197	464	10.634		69.462	1	26.173	27.109	134.481

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.5.2. Subsector Resto de Alimenticias, Bebidas y Tabaco - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor			0,2	19,4		32,8		47,2	0,4	100,0
Calor Directo	0,2					97,2	0,0	0,7	1,9	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	35,6	21,1	39,2						4,1	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,3	0,1	0,3	7,9		51,7	0,0	19,5	20,2	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.5.3. Subsector Resto de Alimenticias, Bebidas y Tabaco - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									5,1	1,0
Vapor			21,3	100,0		25,9		98,7	0,9	40,7
Calor Directo	24,6					74,1	100,0	1,3	3,7	39,4
Fuerza Motriz									71,2	14,4
Frío de Proceso									11,9	2,4
Transporte Interno	75,4	100,0	78,7						0,1	0,7
Refrigeración de Ambientes									7,0	1,4
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.5.4. Subsector Resto de Alimenticias, Bebidas y Tabaco - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									337	337
Vapor			81	8.573		14.326		20.249	211	43.440
Calor Directo	73					37.754	1	260	737	38.825
Fuerza Motriz									16.781	16.781
Frío de Proceso									2.437	2.437
Transporte Interno	60	35	88						31	214
Refrigeración de Ambientes									1.430	1.430
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	133	35	169	8.573		52.080	1	20.509	21.965	103.465

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.5.5. Subsector Resto de Alimenticias, Bebidas y Tabaco - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor			0,2	19,7		33,0		46,6	0,5	100,0
Calor Directo	0,2					97,2	0,0	0,7	1,9	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	28,0	16,6	41,1						14,4	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,1	0,0	0,2	8,3		50,3	0,0	19,8	21,2	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.5.6. Subsector Resto de Alimenticias, Bebidas y Tabaco - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									1,5	0,3
Vapor			48,1	100,0		27,5		98,7	1,0	42,0
Calor Directo	54,9					72,5	100,0	1,3	3,4	37,5
Fuerza Motriz									76,4	16,2
Frío de Proceso									11,1	2,4
Transporte Interno	45,1	100,0	51,9						0,1	0,2
Refrigeración de Ambientes									6,5	1,4
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.5.7. Subsector Resto de Alimenticias, Bebidas y Tabaco - Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									24,3	24,3
Vapor			82,3	80,6		79,8		78,4	90,0	79,3
Calor Directo	67,2					73,3		75,0	79,0	73,3
Fuerza Motriz									86,9	86,9
Frío de Proceso									75,6	75,6
Transporte Interno	18,0	18,0	24,0						80,0	22,9
Refrigeración de Ambientes									75,0	75,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	30,1	18,0	36,4	80,6		75,0		78,4	81,0	76,9

Fuente: elaboración propia.



A1.6 Textiles y Cuero

Tabla A1.6.1. Subsector Textiles y Cuero - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									918	918
Vapor						26.816		4.336	6	31.159
Calor Directo	17								69	86
Fuerza Motriz									5.584	5.584
Frío de Proceso									10	10
Transporte Interno	44	5	205						11	265
Refrigeración de Ambientes									1.749	1.749
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	60	5	205			26.816		4.336	8.347	39.770

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.6.2. Subsector Textiles y Cuero - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						86,1		13,9	0,0	100,0
Calor Directo	19,5								80,5	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	16,5	2,0	77,3						4,2	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,2	0,0	0,5			67,4		10,9	21,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.6.3. Subsector Textiles y Cuero - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									11,0	2,3
Vapor						100,0		100,0	0,1	78,3
Calor Directo	27,7								0,8	0,2
Fuerza Motriz									66,9	14,0
Frío de Proceso									0,1	0,0
Transporte Interno	72,3	100,0	100,0						0,1	0,7
Refrigeración de Ambientes									21,0	4,4
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0	100,0	100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.6.4. Subsector Textiles y Cuero - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									221	221
Vapor						22.610		3.633	5	26.249
Calor Directo	12								58	70
Fuerza Motriz									4.745	4.745
Frío de Proceso									7	7
Transporte Interno	8	1	49						9	67
Refrigeración de Ambientes									1.303	1.303
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	20	1	49			22.610		3.633	6.348	32.662

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.6.5. Subsector Textiles y Cuero - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						86,1		13,8	0,0	100,0
Calor Directo	16,8								83,2	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	11,7	1,4	73,5						13,4	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,1	0,0	0,2			69,2		11,1	19,4	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.6.6. Subsector Textiles y Cuero - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									3,5	0,7
Vapor						100,0		100,0	0,1	80,4
Calor Directo	60,0								0,9	0,2
Fuerza Motriz									74,7	14,5
Frío de Proceso									0,1	0,0
Transporte Interno	40,0	100,0	100,0						0,1	0,2
Refrigeración de Ambientes									20,5	4,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0	100,0	100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.6.7. Subsector Textiles y Cuero - Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									24,1	24,1
Vapor						84,3		83,8	80,0	84,2
Calor Directo	70,6								84,9	82,1
Fuerza Motriz									85,0	85,0
Frío de Proceso									75,0	75,0
Transporte Interno	18,0	17,9	24,0						80,1	25,3
Refrigeración de Ambientes									74,5	74,5
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	32,5	17,9	24,0			84,3		83,8	76,1	82,1

Fuente: elaboración propia.

A1.7 Papel e Impresión

Tabla A1.7.1. Subsector Papel e Impresión - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									664	664
Vapor						45.767		2.781		48.548
Calor Directo									37	37
Fuerza Motriz									5.137	5.137
Frío de Proceso										
Transporte Interno	321	6	366						17	710
Refrigeración de Ambientes									2.307	2.307
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	321	6	366			45.767		2.781	8.161	57.402

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.7.2. Subsector Papel e Impresión - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						94,3		5,7		100,0
Calor Directo									100,0	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso										
Transporte Interno	45,2	0,9	51,5						2,4	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,6	0,0	0,6			79,7		4,8	14,2	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.7.3. Subsector Papel e Impresión - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									8,1	1,2
Vapor						100,0		100,0		84,6
Calor Directo									0,4	0,1
Fuerza Motriz									62,9	8,9
Frío de Proceso										
Transporte Interno	100,0	100,0	100,0						0,2	1,2
Refrigeración de Ambientes									28,3	4,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0	100,0	100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.7.4. Subsector Papel e Impresión - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									192	192
Vapor						36.142		2.290		38.432
Calor Directo									26	26
Fuerza Motriz									4.449	4.449
Frío de Proceso										
Transporte Interno	58	1	88						14	160
Refrigeración de Ambientes									1.754	1.754
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	58	1	88			36.142		2.290	6.434	45.012

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.7.5. Subsector Papel e Impresión - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						94,0		6,0		100,0
Calor Directo									100,0	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso										
Transporte Interno	36,0	0,7	54,7						8,6	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,1	0,0	0,2			80,3		5,1	14,3	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.7.6. Subsector Papel e Impresión - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									3,0	0,4
Vapor						100,0		100,0		85,4
Calor Directo									0,4	0,1
Fuerza Motriz									69,1	9,9
Frío de Proceso										
Transporte Interno	100,0	100,0	100,0						0,2	0,4
Refrigeración de Ambientes									27,3	3,9
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0	100,0	100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.7.7. Subsector Papel e Impresión - Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									29,0	29,0
Vapor						79,0		82,3		79,2
Calor Directo									70,0	70,0
Fuerza Motriz									86,6	86,6
Frío de Proceso										
Transporte Interno	18,0	18,0	24,0						80,0	22,6
Refrigeración de Ambientes									76,0	76,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	18,0	18,0	24,0			79,0		82,3	78,8	78,4

Fuente: elaboración propia.



A1.8 Biocombustibles

Tabla A1.8.1. Subsector Biocombustibles - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									235	235
Vapor						140.469		167.383		307.853
Calor Directo						242				242
Fuerza Motriz						2.260		3.608	16.670	22.539
Frío de Proceso									222	222
Transporte Interno			202							202
Refrigeración de Ambientes									1.072	1.072
Procesos Electroquímicos										
TOTAL			202			142.971		170.992	18.199	332.364

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.8.2. Subsector Biocombustibles - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						45,6		54,4		100,0
Calor Directo						100,0				100,0
Fuerza Motriz						10,0		16,0	74,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno			100,0							100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL			0,1			43,0		51,4	5,5	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.8.3. Subsector Biocombustibles - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									1,3	0,1
Vapor						98,2		97,9		92,6
Calor Directo						0,2				0,1
Fuerza Motriz						1,6		2,1	91,6	6,8
Frío de Proceso									1,2	0,1
Transporte Interno			100,0							0,1
Refrigeración de Ambientes									5,9	0,3
Procesos Electroquímicos										
TOTAL			100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.8.4. Subsector Biocombustibles - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									55	55
Vapor						129.214		150.185		279.399
Calor Directo						172				172
Fuerza Motriz						1.345		2.147	14.815	18.307
Frío de Proceso									169	169
Transporte Interno			48							48
Refrigeración de Ambientes									793	793
Procesos Electroquímicos										
TOTAL			48			130.731		152.332	15.832	298.943

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.8.5. Subsector Biocombustibles - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						46,2		53,8		100,0
Calor Directo						100,0				100,0
Fuerza Motriz						7,3		11,7	80,9	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno			100,0							100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL			0,0			43,7		51,0	5,3	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.8.6. Subsector Biocombustibles - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									0,3	0,0
Vapor						98,8		98,6		93,5
Calor Directo						0,1				0,1
Fuerza Motriz						1,0		1,4	93,6	6,1
Frío de Proceso									1,1	0,1
Transporte Interno			100,0							0,0
Refrigeración de Ambientes									5,0	0,3
Procesos Electroquímicos										
TOTAL			100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.8.7. Subsector Biocombustibles - Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									23,4	23,4
Vapor						92,0		89,7		90,8
Calor Directo						71,0				71,0
Fuerza Motriz						59,5		59,5	88,9	81,2
Frío de Proceso									76,1	76,1
Transporte Interno			24,0							24,0
Refrigeración de Ambientes									74,0	74,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL			24,0			91,4		89,1	87,0	89,9

Fuente: elaboración propia.

A1.9 Química, Caucho y Plásticos

Tabla A1.9.1. Subsector Química, Caucho y Plásticos - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									1.226	1.226
Vapor	885		519			5.524		4.117		11.044
Calor Directo	32					8		98	3.181	3.320
Fuerza Motriz									10.425	10.425
Frío de Proceso									898	898
Transporte Interno	317	10	136						75	538
Refrigeración de Ambientes									4.117	4.117
Procesos Electroquímicos									3.489	3.489
TOTAL	1.235	10	655			5.532		4.214	23.410	35.056

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.9.2. Subsector Química, Caucho y Plásticos - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor	8,0		4,7			50,0		37,3		100,0
Calor Directo	1,0					0,2		2,9	95,8	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	59,0	1,9	25,2						13,9	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos									100,0	100,0
TOTAL	3,5	0,0	1,9			15,8		12,0	66,8	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.9.3. Subsector Química, Caucho y Plásticos - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									5,2	3,5
Vapor	71,7		79,3			99,9		97,7		31,5
Calor Directo	2,6					0,1		2,3	13,6	9,5
Fuerza Motriz									44,5	29,7
Frío de Proceso									3,8	2,6
Transporte Interno	25,7	100,0	20,7						0,3	1,5
Refrigeración de Ambientes									17,6	11,7
Procesos Electroquímicos									14,9	10,0
TOTAL	100,0	100,0	100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.9.4. Subsector Química, Caucho y Plásticos - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									324	324
Vapor	656		425			4.520		3.706		9.307
Calor Directo	23					6		70	2.504	2.604
Fuerza Motriz									9.167	9.167
Frío de Proceso									687	687
Transporte Interno	57	2	33						60	151
Refrigeración de Ambientes									3.145	3.145
Procesos Electroquímicos									1.744	1.744
TOTAL	736	2	458			4.526		3.777	17.631	27.129

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.9.5. Subsector Química, Caucho y Plásticos - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor	7,0		4,6			48,6		39,8		100,0
Calor Directo	0,9					0,2		2,7	96,2	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	37,8	1,2	21,5						39,5	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos									100,0	100,0
TOTAL	2,7	0,0	1,7			16,7		13,9	65,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.9.6. Subsector Química, Caucho y Plásticos - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									1,8	1,2
Vapor	89,1		92,9			99,9		98,1		34,3
Calor Directo	3,2					0,1		1,9	14,2	9,6
Fuerza Motriz									52,0	33,8
Frío de Proceso									3,9	2,5
Transporte Interno	7,8	100,0	7,1						0,3	0,6
Refrigeración de Ambientes									17,8	11,6
Procesos Electroquímicos									9,9	6,4
TOTAL	100,0	100,0	100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.9.7. Subsector Química, Caucho y Plásticos - Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									26,4	26,4
Vapor	74,1		82,0			81,8		90,0		84,3
Calor Directo	72,0					72,0		72,0	78,7	78,4
Fuerza Motriz									87,9	87,9
Frío de Proceso									76,5	76,5
Transporte Interno	18,0	18,1	24,0						80,0	28,1
Refrigeración de Ambientes									76,4	76,4
Procesos Electroquímicos									50,0	50,0
TOTAL	59,6	18,1	69,9			81,8		89,6	75,3	77,4

Fuente: elaboración propia.



A1.10 No Metálicos

Tabla A1.10.1. Subsector No Metálicos - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									1.145	1.145
Vapor										
Calor Directo	821	26	68	9.612	45.754	47.862		26.941	524	131.609
Fuerza Motriz									32.545	32.545
Frío de Proceso										
Transporte Interno	54		5.535						166	5.755
Refrigeración de Ambientes									2.612	2.612
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	876	26	5.604	9.612	45.754	47.862		26.941	36.991	173.665

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.10.2. Subsector No Metálicos - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor										
Calor Directo	0,6	0,0	0,1	7,3	34,8	36,4		20,5	0,4	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso										
Transporte Interno	0,9		96,2						2,9	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,5	0,0	3,2	5,5	26,3	27,6		15,5	21,3	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.10.3. Subsector No Metálicos - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									3,1	0,7
Vapor										
Calor Directo	93,8	100,0	1,2	100,0	100,0	100,0		100,0	1,4	75,8
Fuerza Motriz									88,0	18,7
Frío de Proceso										
Transporte Interno	6,2		98,8						0,4	3,3
Refrigeración de Ambientes									7,1	1,5
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.10.4. Subsector No Metálicos - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									331	331
Vapor										
Calor Directo	582	19	51	7.209	34.316	35.166		19.268	437	97.048
Fuerza Motriz									29.095	29.095
Frío de Proceso										
Transporte Interno	10		1.328						132	1.471
Refrigeración de Ambientes									1.940	1.940
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	592	19	1.380	7.209	34.316	35.166		19.268	31.936	129.886

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.10.5. Subsector No Metálicos - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor										
Calor Directo	0,6	0,0	0,1	7,4	35,4	36,2		19,9	0,5	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso										
Transporte Interno	0,7		90,3						9,0	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,5	0,0	1,1	5,6	26,4	27,1		14,8	24,6	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.10.6. Subsector No Metálicos - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									1,0	0,3
Vapor										
Calor Directo	98,3	100,0	3,7	100,0	100,0	100,0		100,0	1,4	74,7
Fuerza Motriz									91,1	22,4
Frío de Proceso										
Transporte Interno	1,7		96,3						0,4	1,1
Refrigeración de Ambientes									6,1	1,5
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.10.7. Subsector No Metálicos - Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									28,9	28,9
Vapor										
Calor Directo	70,9	72,0	75,0	75,0	75,0	73,5		71,5	83,4	73,7
Fuerza Motriz									89,4	89,4
Frío de Proceso										
Transporte Interno	18,0		24,0						80,0	25,6
Refrigeración de Ambientes									74,3	74,3
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	67,6	72,0	24,6	75,0	75,0	73,5		71,5	86,3	74,8

Fuente: elaboración propia.

A1.11 Metales

Tabla A1.11.1. Subsector Metales - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									896	896
Vapor						14				14
Calor Directo	11								813	824
Fuerza Motriz									5.929	5.929
Frío de Proceso									112	112
Transporte Interno	186		347						3	536
Refrigeración de Ambientes									1.982	1.982
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	197		347			14			9.736	10.294

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.11.2. Subsector Metales - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						100,0				100,0
Calor Directo	1,3								98,7	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	34,7		64,8						0,5	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	1,9		3,4			0,1			94,6	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.11.3. Subsector Metales - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									9,2	8,7
Vapor						100,0				0,1
Calor Directo	5,6								8,4	8,0
Fuerza Motriz									60,9	57,6
Frío de Proceso									1,2	1,1
Transporte Interno	94,4		100,0						0,0	5,2
Refrigeración de Ambientes									20,4	19,3
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0		100,0			100,0			100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.11.4. Subsector Metales - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									263	263
Vapor						12				12
Calor Directo	8								685	693
Fuerza Motriz									5.110	5.110
Frío de Proceso									84	84
Transporte Interno	33		83						2	119
Refrigeración de Ambientes									1.468	1.468
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	41		83			12			7.613	7.749

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.11.5. Subsector Metales - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						100,0				100,0
Calor Directo	1,1								98,9	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	28,1		70,0						1,9	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,5		1,1			0,2			98,2	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.11.6. Subsector Metales - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									3,5	3,4
Vapor						100,0				0,2
Calor Directo	19,2								9,0	8,9
Fuerza Motriz									67,1	65,9
Frío de Proceso									1,1	1,1
Transporte Interno	80,8		100,0						0,0	1,5
Refrigeración de Ambientes									19,3	18,9
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0		100,0			100,0			100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.11.7. Subsector Metales - Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									29,3	29,3
Vapor						81,0				81,0
Calor Directo	72,0								84,3	84,1
Fuerza Motriz									86,2	86,2
Frío de Proceso									75,0	75,0
Transporte Interno	18,0		24,0						79,9	22,2
Refrigeración de Ambientes									74,1	74,1
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	21,0		24,0			81,0			78,2	75,3

Fuente: elaboración propia.



A1.12 Otras Industrias Manufactureras

Tabla A1.12.1. Subsector Otras Ind. Manufacturera - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									2.198	2.198
Vapor						45.974		924	3	46.901
Calor Directo	331							336	3.065	3.732
Fuerza Motriz									17.029	17.029
Frío de Proceso									4	4
Transporte Interno	108	1	7.751						47	7.906
Refrigeración de Ambientes									3.120	3.120
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	438	1	7.751			45.974		1.260	25.466	80.890

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.12.2. Subsector Otras Ind. Manufacturera - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						98,0		2,0	0,0	100,0
Calor Directo	8,9							9,0	82,1	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	1,4	0,0	98,0						0,6	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,5	0,0	9,6			56,8		1,6	31,5	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.12.3. Subsector Otras Ind. Manufacturera - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									8,6	2,7
Vapor						100,0		73,3	0,0	58,0
Calor Directo	75,5							26,7	12,0	4,6
Fuerza Motriz									66,9	21,1
Frío de Proceso									0,0	0,0
Transporte Interno	24,5	100,0	100,0						0,2	9,8
Refrigeración de Ambientes									12,3	3,9
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0	100,0	100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.12.4. Subsector Otras Ind. Manufacturera - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									678	678
Vapor						37.665		762	2	38.429
Calor Directo	215							202	2.366	2.783
Fuerza Motriz									14.565	14.565
Frío de Proceso									3	3
Transporte Interno	19	0	1.860						38	1.917
Refrigeración de Ambientes									2.371	2.371
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	235	0	1.860			37.665		963	20.022	60.746

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.12.5. Subsector Otras Ind. Manufacturera - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						98,0		2,0	0,0	100,0
Calor Directo	7,7							7,2	85,0	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	1,0	0,0	97,0						2,0	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,4	0,0	3,1			62,0		1,6	33,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.12.6. Subsector Otras Ind. Manufacturera - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									3,4	1,1
Vapor						100,0		79,1	0,0	63,3
Calor Directo	91,8							20,9	11,8	4,6
Fuerza Motriz									72,7	24,0
Frío de Proceso									0,0	0,0
Transporte Interno	8,2	100,0	100,0						0,2	3,2
Refrigeración de Ambientes									11,8	3,9
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0	100,0	100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.12.7. Subsector Otras Ind. Manufacturera - Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									30,8	30,8
Vapor						81,9		82,5	71,1	81,9
Calor Directo	65,1							60,0	77,2	74,6
Fuerza Motriz									85,5	85,5
Frío de Proceso									76,9	76,9
Transporte Interno	18,0	17,9	24,0						80,0	24,3
Refrigeración de Ambientes									76,0	76,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	53,5	17,9	24,0			81,9		76,5	78,6	75,1

Fuente: elaboración propia.



Anexo 2. Consumo de energía por fuentes y usos según tamaño del establecimiento

A2.1 Muy Grandes

Tabla A2.1.1. Establecimientos Muy Grandes - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									4.067	4.067
Vapor	858		568	8.562		191.842		301.405	3	503.238
Calor Directo	484			9.612	45.754	2.915		445	5.984	65.193
Fuerza Motriz						3.775		7.134	76.559	87.467
Frío de Proceso									9.564	9.564
Transporte Interno	462	6	4.441						432	5.341
Refrigeración de Ambientes									9.119	9.119
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	1.803	6	5.009	18.174	45.754	198.531		308.983	105.727	683.989

Fuente: elaboración propia.



Tabla A2.1.2. Establecimientos Muy Grandes - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor	0,2		0,1	1,7		38,1		59,9	0,0	100,0
Calor Directo	0,7			14,7	70,2	4,5		0,7	9,2	100,0
Fuerza Motriz						4,3		8,2	87,5	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	8,6	0,1	83,2						8,1	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,3	0,0	0,7	2,7	6,7	29,0		45,2	15,5	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A2.1.3. Establecimientos Muy Grandes - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									3,8	0,6
Vapor	47,6		11,3	47,1		96,6		97,5	0,0	73,6
Calor Directo	26,8			52,9	100,0	1,5		0,1	5,7	9,5
Fuerza Motriz						1,9		2,3	72,4	12,8
Frío de Proceso									9,0	1,4
Transporte Interno	25,6	100,0	88,7						0,4	0,8
Refrigeración de Ambientes									8,6	1,3
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0		100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A2.1.4. Establecimientos Muy Grandes - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									1.021	1.021
Vapor	634		471	7.019		174.028		269.574	2	451.728
Calor Directo	347			7.209	34.316	2.002		331	4.691	48.896
Fuerza Motriz						2.246		4.244	67.810	74.300
Frío de Proceso									7.102	7.102
Transporte Interno	83	1	1.066						346	1.496
Refrigeración de Ambientes									6.905	6.905
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	1.064	1	1.537	14.228	34.316	178.276		274.149	87.878	591.449

Fuente: elaboración propia.

Tabla A2.1.5. Establecimientos Muy Grandes - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor	0,1		0,1	1,6		38,5		59,7	0,0	100,0
Calor Directo	0,7			14,7	70,2	4,1		0,7	9,6	100,0
Fuerza Motriz						3,0		5,7	91,3	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	5,6	0,1	71,3						23,1	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,2	0,0	0,3	2,4	5,8	30,1		46,4	14,9	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A2.1.6. Establecimientos Muy Grandes - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									1,2	0,2
Vapor	59,6		30,6	49,3		97,6		98,3	0,0	76,4
Calor Directo	32,6			50,7	100,0	1,1		0,1	5,3	8,3
Fuerza Motriz						1,3		1,5	77,2	12,6
Frío de Proceso									8,1	1,2
Transporte Interno	7,8	100,0	69,4						0,4	0,3
Refrigeración de Ambientes									7,9	1,2
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0		100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A2.1.7. Establecimientos Muy Grandes - Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									25,1	25,1
Vapor	73,9		82,9	82,0		90,7		89,4	71,1	89,8
Calor Directo	71,7			75,0	75,0	68,7		74,3	78,4	75,0
Fuerza Motriz						59,5		59,5	88,6	84,9
Frío de Proceso									74,3	74,3
Transporte Interno	18,0	18,0	24,0						80,0	28,0
Refrigeración de Ambientes									75,7	75,7
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	59,0	18,0	30,7	78,3	75,0	89,8		88,7	83,1	86,5

Fuente: elaboración propia.



A2.2 Grandes y Medianos

Tabla A2.2.1. Establecimientos Grandes y Medianos - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									2.205	2.205
Vapor	27		49	2.072		110.030		192.041	6	304.225
Calor Directo	1.222		68			12.859	70	9.213	3.463	26.896
Fuerza Motriz									36.282	36.282
Frío de Proceso									3.517	3.517
Transporte Interno	335	48	1.483						48	1.914
Refrigeración de Ambientes									4.087	4.087
Procesos Electroquímicos									3.489	3.489
TOTAL	1.584	48	1.601	2.072		122.889	70	201.254	53.097	382.615

Fuente: elaboración propia.

Tabla A2.2.2. Establecimientos Grandes y Medianos - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor	0,0		0,0	0,7		36,2		63,1	0,0	100,0
Calor Directo	4,5		0,3			47,8	0,3	34,3	12,9	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	17,5	2,5	77,5						2,5	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos									100,0	100,0
TOTAL	0,4	0,0	0,4	0,5		32,1	0,0	52,6	13,9	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A2.2.3. Establecimientos Grandes y Medianos - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									4,2	0,6
Vapor	1,7		3,1	100,0		89,5		95,4	0,0	79,5
Calor Directo	77,1		4,3			10,5	100,0	4,6	6,5	7,0
Fuerza Motriz									68,3	9,5
Frío de Proceso									6,6	0,9
Transporte Interno	21,1	100,0	92,7						0,1	0,5
Refrigeración de Ambientes									7,7	1,1
Procesos Electroquímicos									6,6	0,9
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0		100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A2.2.4. Establecimientos Grandes y Medianos - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									585	585
Vapor	22		36	1.554		94.230		166.151	5	261.998
Calor Directo	843		51			8.815	50	6.659	2.851	19.270
Fuerza Motriz									31.802	31.802
Frío de Proceso									2.626	2.626
Transporte Interno	60	9	356						38	463
Refrigeración de Ambientes									3.078	3.078
Procesos Electroquímicos									1.744	1.744
TOTAL	926	9	443	1.554		103.045	50	172.811	42.729	321.565

Fuente: elaboración propia.



Tabla A2.2.5. Establecimientos Grandes y Medianos - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor	0,0		0,0	0,6		36,0		63,4	0,0	100,0
Calor Directo	4,4		0,3			45,7	0,3	34,6	14,8	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	13,0	1,9	76,9						8,3	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos									100,0	100,0
TOTAL	0,3	0,0	0,1	0,5		32,0	0,0	53,7	13,3	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A2.2.6. Establecimientos Grandes y Medianos - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									1,4	0,2
Vapor	2,4		8,0	100,0		91,4		96,1	0,0	81,5
Calor Directo	91,1		11,6			8,6	100,0	3,9	6,7	6,0
Fuerza Motriz									74,4	9,9
Frío de Proceso									6,1	0,8
Transporte Interno	6,5	100,0	80,4						0,1	0,1
Refrigeración de Ambientes									7,2	1,0
Procesos Electroquímicos									4,1	0,5
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0		100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A2.2.7. Establecimientos Grandes y Medianos - Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									26,5	26,5
Vapor	82,3		72,1	75,0		85,6		86,5	80,0	86,1
Calor Directo	69,0		75,0			68,6	71,0	72,3	82,3	71,6
Fuerza Motriz									87,7	87,7
Frío de Proceso									74,6	74,6
Transporte Interno	18,0	18,0	24,0						80,0	24,2
Refrigeración de Ambientes									75,3	75,3
Procesos Electroquímicos									50,0	50,0
TOTAL	58,4	18,0	27,7	75,0		83,9	71,0	85,9	80,5	84,0

Fuente: elaboración propia.

A2.3 Pequeños

Tabla A2.3.1. Establecimientos Pequeños - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									4.612	4.612
Vapor						69.091		4.039	235	73.364
Calor Directo	80	26				98.480	1	18.725	7.076	124.388
Fuerza Motriz									30.625	30.625
Frío de Proceso									1.636	1.636
Transporte Interno	655	276	10.212						165	11.308
Refrigeración de Ambientes									7.628	7.628
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	735	302	10.212			167.570	1	22.764	51.977	253.562

Fuente: elaboración propia.



Tabla A2.3.2. Establecimientos Pequeños - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO		LE		RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						94,2		5,5	0,3	100,0
Calor Directo	0,1	0,0				79,2	0,0	15,1	5,7	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	5,8	2,4	90,3						1,5	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,3	0,1	4,0			66,1	0,0	9,0	20,5	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A2.3.3. Establecimientos Pequeños - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO		LE		RB	EE	Total
Iluminación									8,9	1,8
Vapor						41,2		17,7	0,5	28,9
Calor Directo	10,8	8,6				58,8	100,0	82,3	13,6	49,1
Fuerza Motriz									58,9	12,1
Frío de Proceso									3,1	0,6
Transporte Interno	89,2	91,4	100,0						0,3	4,5
Refrigeración de Ambientes									14,7	3,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0	100,0	100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A2.3.4. Establecimientos Pequeños - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									1.277	1.277
Vapor						53.882		3.635	211	57.728
Calor Directo	57	19				72.709	1	13.295	5.654	91.734
Fuerza Motriz									25.968	25.968
Frío de Proceso									1.195	1.195
Transporte Interno	118	50	2.451						132	2.750
Refrigeración de Ambientes									5.701	5.701
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	175	68	2.451			126.591	1	16.930	40.139	186.355

Fuente: elaboración propia.

Tabla A2.3.5. Establecimientos Pequeños - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO		LE		RB	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Vapor						93,3		6,3	0,4	100,0
Calor Directo	0,1	0,0				79,3	0,0	14,5	6,2	100,0
Fuerza Motriz									100,0	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Transporte Interno	4,3	1,8	89,1						4,8	100,0
Refrigeración de Ambientes									100,0	100,0
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	0,1	0,0	1,3			67,9	0,0	9,1	21,5	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A2.3.6. Establecimientos Pequeños - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO		LE		RB	EE	Total
Iluminación									3,2	0,7
Vapor						42,6		21,5	0,5	31,0
Calor Directo	32,5	27,3				57,4	100,0	78,5	14,1	49,2
Fuerza Motriz									64,7	13,9
Frío de Proceso									3,0	0,6
Transporte Interno	67,5	72,7	100,0						0,3	1,5
Refrigeración de Ambientes									14,2	3,1
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	100,0	100,0	100,0			100,0		100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A2.3.7. Establecimientos Pequeños - Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	GS	DO	FO		LE		RB	EE	Total
Iluminación									27,7	27,7
Vapor						78,0		90,0	90,0	78,7
Calor Directo	71,4	72,0				73,8	72,0	71,0	79,9	73,7
Fuerza Motriz									84,8	84,8
Frío de Proceso									73,1	73,1
Transporte Interno	18,0	18,0	24,0						80,0	24,3
Refrigeración de Ambientes									74,7	74,7
Procesos Electroquímicos										
TOTAL	23,8	22,6	24,0			75,5	72,0	74,4	77,2	73,5

Fuente: elaboración propia.



Anexo 3. Actividades CIIU incluidas en cada subsector

1. Frigoríficos
1010 Procesamiento y conservación de carne
2. Aceites
1040 Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal
3. Molinería y Panadería
1061 Elaboración de productos de molinería
1062 Elaboración de almidones y productos derivados del almidón
1091 Elaboración de productos de panadería
1094 Elaboración de pastas alimenticias y productos farináceos similares
4. Azúcar
1092 Elaboración de azúcar
5. Resto Alimenticias, Bebidas y Tabaco
1030 Procesamiento y conservación de frutas y hortalizas
1050 Elaboración de productos lácteos
1070 Elaboración de alimentos preparados para animales
1093 Elaboración de cacao, chocolate y de productos confitados
1095 Tostado y molido de café y elaboración de productos de café
1096 Elaboración de té y yerba mate
1097 Elaboración de comidas y platos preparados
1099 Elaboración de otros productos alimenticios n.c.p.
1111 Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas
1112 Elaboración de vinos
1113 Elaboración de bebidas malteadas y de malta
1121 Producción de aguas minerales y sodas
1129 Elaboración de otras bebidas no alcohólicas
1200 Elaboración de productos de tabaco



6. Textiles y Cuero
1311 Preparación e hiladura de fibras textiles
1312 Tejedura de productos textiles
1313 Acabado de productos textiles
1391 Fabricación de tejidos de punto y ganchillo
1392 Fabricación de artículos confeccionados con materiales textiles, excepto prendas de vestir
1393 Fabricación de tapices y alfombras
1394 Fabricación de cuerdas, cordeles, bramantes y redes
1399 Fabricación de otros productos textiles n.c.p.
1410 Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel
1420 Fabricación de artículos de piel
1430 Fabricación de prendas de vestir de punto y ganchillo
1511 Curtido y terminación de cueros; teñido de pieles
1512 Fabricación de maletas, bolsos de mano y artículos similares y de artículos de talabartería y guarnicionería
1520 Fabricación de calzado
7. Papel e Impresión
1701 Fabricación de pasta de madera, papel y cartón
1702 Fabricación de papel y cartón ondulado y de envases de papel y cartón
1709 Fabricación de otros artículos de papel y cartón
1811 Actividades de impresión
1812 Servicios relacionados con la impresión
1820 Reproducción de grabaciones
8. Biocombustibles
2020 Fabricación de biocombustibles
2020 Fabricación de biocombustibles (20201 Alcohol)
2020 Fabricación de biocombustibles (20209)
9. Química, Caucho y Plásticos
2011 Fabricación de sustancias químicas básicas
2012 Fabricación de abonos y compuestos de nitrógeno
2013 Fabricación de plásticos y caucho sintético en formas primarias



2030 Fabricación de fibras manufacturadas
2091 Fabricación de plaguicidas y productos químicos de uso agropecuario
2092 Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas
2093 Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir, perfumes y preparados de tocador
2099 Fabricación de otros productos químicos n.c.p.
2100 Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos
2211 Fabricación de cubiertas y cámaras de caucho; recauchutado y renovación de cubiertas de caucho
2219 Fabricación de otros productos de caucho
2221 Fabricación de envases de plástico
2229 Fabricación de otros productos de plástico
10. No Metálicos
2310 Fabricación de vidrio y productos de vidrio
2391 Fabricación de productos de cerámica refractaria
2392 Fabricación de materiales de arcilla para la construcción
2393 Fabricación de otros productos de cerámica y porcelana
2394 Fabricación de cemento, cal y yeso
2395 Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso
2396 Corte, tallado y acabado de la piedra
2399 Fabricación de otros productos de minerales no metálicos n.c.p.
11. Metales
2410 Fabricación básica de hierro y acero
2420 Fabricación de productos primarios de metales preciosos y otros metales no ferrosos
2431 Fundición de hierro y acero
2432 Fundición de metales no ferrosos
2511 Fabricación de productos metálicos para uso estructural
2512 Fabricación de tanques, depósitos y recipientes de metal
2513 Fabricación de generadores de vapor, excepto calderas para calefacción central



2591 Forja, prensado, estampado y laminado de metales; pulvimetalurgia
2592 Mecanizado; tratamiento y revestimiento de metales
2593 Fabricación de artículos de cuchillería, herramientas de mano y artículos de ferretería
2599 Fabricación de otros productos elaborados de metal n.c.p.
12. Otras Industria Manufactureras
1610 Aserrado y cepillado de madera
1621 Fabricación de hojas de madera para enchapado; fabricación de tableros contrachapados, tableros laminados, tableros de p
1622 Fabricación de partes y piezas de carpintería para edificios y construcciones
1623 Fabricación de recipientes de madera
1629 Fabricación de otros productos de madera n.c.p.; fabricación de artículos de corcho, paja y materiales trenzables
2610 Fabricación de componentes electrónicos
2620 Fabricación de equipos informáticos y periféricos
2630 Fabricación de equipos de comunicaciones
2640 Fabricación de aparatos electrónicos de consumo
2651 Fabricación de equipos para medir, verificar, ensayar, navegar y de control
2660 Fabricación de equipos de irradiación, electromédicos y electroterapéuticos
2670 Fabricación de instrumentos ópticos y equipo fotográfico
2680 Fabricación de soportes magnéticos y ópticos
2710 Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos, aparatos de distribución y control de electricidad
2720 Fabricación de pilas, baterías y acumuladores eléctricos
2732 Fabricación de otros cables eléctricos y electrónicos
12. Otras Industria Manufactureras (continuación)
2733 Fabricación de aparatos de cableado
2740 Fabricación de equipos de iluminación eléctricos
2750 Fabricación de aparatos de uso doméstico, excepto de audio y video
2790 Fabricación de otros equipos eléctricos n.c.p.
2811 Fabricación de motores y turbinas, excepto motores para aeronaves, vehículos automotores y motocicletas



2812 Fabricación de equipos hidráulicos
2813 Fabricación de otras bombas, compresores, grifos y válvulas
2814 Fabricación de cojinetes, engranajes, trenes de engranajes y piezas de transmisión
2815 Fabricación de hornos y quemadores
2816 Fabricación de equipos de elevación y manipulación
2817 Fabricación de maquinaria y equipo de oficina
2819 Fabricación de otros tipos de maquinaria de uso general n.c.p.
2821 Fabricación de maquinaria agropecuaria y forestal
2822 Fabricación de máquinas herramienta
2823 Fabricación de maquinaria metalúrgica
2824 Fabricación de maquinaria para explotación de minas y canteras y para obras de construcción
2825 Fabricación de maquinaria para la elaboración de alimentos, bebidas y tabaco
2829 Fabricación de otros tipos de maquinaria de uso especial n.c.p.
2910 Fabricación de vehículos automotores
2920 Fabricación de carrocerías para vehículos automotores; fabricación de remolques y semirremolques
2930 Fabricación de piezas y accesorios para vehículos automotores
3011 Construcción de buques y estructuras flotantes
3012 Construcción de embarcaciones de recreo y deporte
3091 Fabricación de motocicletas
3092 Fabricación de bicicletas y sillas de rueda
3099 Fabricación de otros equipos de transporte n.c.p.
3100 Fabricación de muebles
3211 Fabricación de joyas y artículos conexos
3212 Fabricación de bijouterie y artículos conexos
3220 Fabricación de instrumentos musicales
3230 Fabricación de artículos de deporte
3240 Fabricación de juegos y juguetes
3250 Fabricación de instrumentos y suministros médicos y dentales
3290 Otras industrias manufactureras n.c.p.



3311 Mantenimiento y reparación de productos elaborados de metal
3312 Mantenimiento y reparación de máquinas y equipos de uso general y especial
3313 Mantenimiento y reparación de equipos electrónicos y ópticos
3314 Mantenimiento y reparación de equipos eléctricos
3315 Mantenimiento y reparación de equipos de transporte, excepto los vehículos automotores
3319 Mantenimiento y reparación de otros equipos n.c.p.
3320 Instalación de máquinas y equipos

Fuente: elaboración propia.



Anexo 4. Rendimientos adoptados

Para obtener los rendimientos a utilizar en los distintos equipos se deben realizar los siguientes cálculos, según el tipo de equipo del que se trate.

- Los equipos que corresponden al uso vapor (caldera acuotubular y caldera humotubular) deben calcularse de la siguiente manera:
 - a. Se toma como base para caldera acuotubular 0,92; para caldera humotubular 0,90.
 - b. Si se indicó No tiene economizador, al valor anterior se le resta 0,05
 - c. Si se indicó No precalienta el aire de combustión, al valor anterior se le resta 0,02
 - d. Si se indicó No controla el aire de combustión, al valor anterior se le resta 0,04
 - e. Si se indicó No recupera condensado, al valor anterior se le resta 0,1
 - f. Si la antigüedad está entre 6 y 10 años, al valor anterior se le resta 0,03; Si la antigüedad está entre 11 y 15 años, al valor anterior se le resta 0,06; Si la antigüedad es mayor a 15 años, al valor anterior se le resta 0,1; Si la antigüedad está entre 0 y 5 años se mantiene el valor anterior.

Para calcular la antigüedad:

Si respondió año del último overhaul, a 2021 se le resta éste;

Si no respondió año del último overhaul, se toma el valor respondido de antigüedad;

Si no respondió ninguno de los dos valores se toma como si tuviera antigüedad entre 6 y 10 años.



- Los equipos que corresponden al uso calor directo deben calcularse de la siguiente manera:
 - a. Se toman como base los siguientes valores:

Equipo	Rend.
Caldera de agua caliente	0,75
Calentador	0,75
Evaporador	0,75
Horno	0,75
Otros equipos de CD	0,75
Secador	0,60

Fuente: elaboración propia.

- b. Sólo para horno si se indicó No precalienta el aire de combustión, al valor anterior se le resta 0,04
- c. Si la fuente es electricidad se suma 0,10 para todos los equipos
- d. Si la antigüedad está entre 6 y 10 años, al valor anterior se le resta 0,03; Si la antigüedad está entre 11 y 15 años, al valor anterior se le resta 0,06; Si la antigüedad es mayor a 15 años, al valor anterior se le resta 0,1; Si la antigüedad está entre 0 y 5 años se mantiene el valor anterior. Esto vale para todos los equipos.

Para calcular la antigüedad:

Si respondió año del último overhaul, a 2021 se le resta este;

Si no respondió año del último overhaul, se toma el valor respondido de antigüedad;

Si no respondió ninguno de los dos valores se toma como si tuviera una antigüedad entre 6 y 10 años

Nota: si la fuente es electricidad no tendrán marcado b)



- Los rendimientos de los equipos que corresponden al uso fuerza motriz fija para motores eléctricos se calcularán según la potencia del motor en HP de la escala siguiente:

Potencia	Rend.
Menor a 1 kW	0,75
De 1 a 5 kW	0,80
De 5 a 10 kW	0,83
De 10 a 50 kW	0,87
Más 50 kW	0,90

Fuente: elaboración propia.

- Los equipos correspondientes al uso fuerza motriz móvil, tendrán los siguientes rendimientos:

Equipo	Rend.
Motor otto	0,18
Motor diésel	0,24
Motor eléctrico	0,80

Fuente: elaboración propia.

- Los equipos correspondientes a los usos frío de proceso, iluminación y refrigeración de ambientes tendrán los siguientes rendimientos:

Equipo	USO	Rend.
Absorción	FRP	0,70
Compresor alternativo	FRP	0,70
Compresor centrífugo	FRP	0,65
Compresor scroll	FRP	0,80
Compresor rotativo	FRP	0,75
Bajo consumo	ILU	0,172
Halógena	ILU	0,05
Incandescente	ILU	0,035
LED	ILU	0,34



Equipo	USO	Rend.
Mercurio halogenado	ILU	0,278
Mezcladora	ILU	0,25
Sodio alta presión	ILU	0,25
Sodio baja presión	ILU	0,367
Tubo fluorescente	ILU	0,15
Vapor de mercurio	ILU	0,167
Aire acondicionado	NOP	0,74
Sistema de aire acondicionado central	NOP	0,79

Fuente: elaboración propia.



Anexo 5. Diseño muestral

1. Marco muestral

Para conformar el marco de muestreo el Ministerio de Minas y Energía y la Dirección de Estadísticas Económicas acreditan la tenencia de un listado de establecimientos dedicados a la actividad de la Industria Manufacturera de la República de Paraguay, según Dominio BNEU con base en el Directorio General de Empresas y Establecimientos (DIRGE 2020), con año de referencia 2019. Este listado pertenece al Instituto Nacional de Estadística, dependiente de la Secretaría Técnica de Planificación de la República (INE), quien la actualiza de manera regular para la evaluación y rediseño estadístico de encuestas.

El INE aportó información del marco a partir de un análisis cuantitativo de los establecimientos industriales por dominio y código de actividad desagregados según dos categorías: con información del Personal Ocupado y sin información declarada del Personal Ocupado y además por Tamaño del establecimiento.

Los establecimientos para el Marco Muestral BEU fueron clasificados según 4 estratos, denominados: Muy Grandes, Grandes, Medianos, Micros y Pequeños:

- **Muy Grandes (MG):** Incluyen establecimientos del ranking de los 500 principales aportantes a la Subsecretaría de Estado de Tributación (año 2019), con más de guaraníes 6.000 millones de facturación anual y con 250 o más personas ocupadas.
- **Grandes (G):** Incluyen establecimientos con tramo de facturación anual de más de guaraníes 6.000 millones (no incluidos en muy grandes) o de 51 a 249 personas ocupadas.
- **Medianos (M):** Incluyen establecimientos con tramo de facturación anual de más de guaraníes 2.500 millones hasta guaraníes 6.000 millones o de 31 a 50 personas ocupadas.
- **Micro y Pequeños (MP):** Incluyen establecimientos con tramo de facturación de hasta guaraníes 2.500 millones, o con personal ocupado de 2 a 30 personas ocupadas.



En función de la información de los establecimientos que se presentan desagregados por Dominio y Código de Actividad a 4 dígitos (CNAEP), se definieron los siguientes Subsectores:

1. Frigoríficos
2. Aceites
3. Molinería y Panadería
4. Azúcar
5. Resto de Alimentos, Bebidas y Tabaco
6. Textiles y Cueros
7. Papel e Impresión
8. Biocombustibles
9. Química, Caucho y Plástico
10. No Metálicos
11. Metales
12. Otras Industrias Manufactureras

Los Subsectores desagregados en los cuatro estratos por tamaño de establecimientos se constituyen en dominios de estudio y se presentan en la siguiente tabla

Tabla A5.1. Cantidad de Establecimientos por Subsector de Actividad y Tamaño - Año 2020

Subsectores	Cantidad de Establecimientos				
	Muy Grandes	Grandes	Medianas	Micro y Pequeñas	Total
1 Frigoríficos	13	19	15	106	153
2 Aceites	3	9	5	17	34
3 Molinería y Panadería	10	74	54	1.180	1.318
4 Azúcar	4	6	1	12	23
5 Resto Alim., Bebidas y Tabaco	23	63	43	903	1.032
6 Textiles y Cuero	11	58	68	3.380	3.517
7 Papel e Impresión	7	38	45	1.267	1.357
8 Biocombustibles	3	7	3	20	33
9 Química, Caucho y Plástico	30	112	70	441	653



Subsectores	Cantidad de Establecimientos					
	Muy Grandes	Grandes	Medianas	Micro y Pequeñas	Total	
10	No Metálicos	8	51	29	520	608
11	Metales	8	52	91	2.970	3.121
12	Otras Ind. Manufactureras	19	109	166	3.844	4.138
	Total	139	598	590	14.660	15.987

Fuente: Elaboración propia en base a información del INE Paraguay. DIRGE 2020.

Para el total de los Subsectores el INE proporcionó datos sobre cantidad de personal ocupado. Información que se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla A5.2. Cantidad Total de Establecimientos y Personal Ocupado por Subsector de Actividad Año 2020

Subsector	Cant. Establecimientos		Personal Ocupado		
1	Frigoríficos	153	1,0%	13.164	10,4%
2	Aceites	34	0,2%	1.205	1,0%
3	Molinería y Panadería	1.318	8,2%	12.347	9,8%
4	Azúcar	23	0,1%	2.125	1,7%
5	Resto Alim., Bebidas y Tabaco	1.032	6,5%	12.899	10,2%
6	Textiles y Cuero	3.517	22,0%	14.188	11,3%
7	Papel e Impresión	1.357	8,5%	6.947	5,5%
8	Biocombustibles	33	0,2%	3.129	2,5%
9	Química, Caucho y Plástico	653	4,1%	16.924	13,4%
10	No Metálicos	608	3,8%	7.286	5,8%
11	Metales	3.121	19,5%	9.015	7,2%
12	Otras Ind. Manufactureras	4.138	25,9%	26.799	21,3%
	TOTAL	15.987	100,0%	126.028	100,0%

Fuente: Elaboración propia en base a información del INE Paraguay. DIRGE 2020



Posteriormente, El INE sobre este total de 15.987 establecimientos correspondientes a la Industria Manufacturera y sus correspondientes 126.028 Personas Ocupadas por Subsectores presentó información de Personal Ocupado sólo para 8.262 establecimientos de los restantes tres estratos. La información resultante se presenta en la tabla siguiente.

Tabla A5.3. Cantidad de Establecimientos y Personal Ocupado por Subsector de Actividad - Año 2020

	Subsector	Cant. Establecimientos		Personal Ocupado	
1	Frigoríficos	61	0,4%	1.092	0,9%
2	Aceites	18	0,1%	407	0,3%
3	Molinería y Panadería	896	5,6%	9.480	7,5%
4	Azúcar	10	0,1%	570	0,5%
5	Resto Alim., Bebidas y Tabaco	371	2,3%	4.864	3,9%
6	Textiles y Cuero	1.613	10,1%	10.282	8,2%
7	Papel e Impresión	772	4,8%	5.683	4,5%
8	Biocombustibles	17	0,1%	668	0,5%
9	Química, Caucho y Plástico	352	2,2%	8.631	6,8%
10	No Metálicos	393	2,5%	4.693	3,7%
11	Metales	1.513	9,5%	7.829	6,2%
12	Otras Ind. Manufactureras	2.246	14,0%	15.157	12,0%
	TOTAL	8.262	51,7%	69.356	55,0%

Fuente: Elaboración propia en base a información del INE Paraguay. DIRGE 2020

En resumen, son **8.262** los establecimientos de los estratos Grandes, Medianos, Micros y Pequeños y **139** establecimientos Muy Grandes sobre los que se cuenta con información del Personal Ocupado y que integran la base que se adopta como marco muestral para la Encuesta Nacional sobre Consumos y Usos de la Energía en el sector Industrial de Paraguay.

En el Anexo 3 se presenta una tabla con la descripción de las actividades que integran los 12 Subsector definidos, tomando en consideración los códigos de actividad del CIU Rev. 4.



2. Tipo de diseño muestral

Para determinar el tamaño de muestra se definió utilizar un diseño de muestra de tipo probabilístico estratificado con afijación óptima.

Se trabajó en el cálculo a partir de los 12 subsectores de actividad y de los estratos por tamaño de los establecimientos según la variable Personal Ocupado.

Variable que como mostramos en la Tabla 3.3 estaba disponible para los **8.401** establecimientos de los distintos dominios de estudio y sobre la que el INE pudo obtener valores de tendencia central y dispersión, estadísticos necesarios para el cálculo del tamaño muestral. Esta etapa de análisis de la variable Personal Ocupado fue realizada directamente por el INE, ya que el resto del equipo de OLADE sólo contó con datos resúmenes del marco.

La distribución según el marco muestral para Subsector y tamaño del establecimiento se presenta en la siguiente tabla.

Tabla A5.4. Cantidad de Establecimientos por Subsector de Actividad y Tamaño de los Establecimientos - Año 2020

Subsector		Muy Grandes		Medianos		Total
1	Frigeríficos	13	15	7	39	74
2	Aceites	3	6	3	9	21
3	Molinería y Panadería	10	70	43	783	906
4	Azúcar	4	6	1	3	14
5	Resto Alim., Bebidas y Tabaco	23	56	27	288	394
6	Textiles y Cuero	11	52	42	1.519	1.624
7	Papel e Impresión	7	35	39	698	779
8	Biocombustibles	3	7	2	8	20
9	Química, Caucho y Plástico	30	101	51	200	382
10	No Metálicos	8	41	20	332	401



Subsector		Muy Grandes		Medianos		Total
11	Metales	8	43	61	1.409	1.521
12	Otras Ind. Manufactureras	19	92	126	2.028	2.265
Total		139	524	422	7.316	8.401
		2%	6%	5%	87%	100%

Fuente: Elaborada a partir de información del INE.

3. Tamaño de la muestra

Para el cálculo de la muestra el INE procesó y contribuyó con los estadísticos correspondientes a la variable Personal Ocupado para doce (12) Subsectores según Dominio BEU y tamaños Grandes, Medianos y Micro y Pequeños. El estrato Muy Grandes fue considerado de inclusión forzosa en el tamaño muestral por la participación que estos establecimientos poseen en Consumo Energético, objetivo del presente estudio.

A partir de esta definición se trabajó para el cálculo del tamaño muestral (n) sobre los estratos Grandes, Medianos, Micros y Pequeños de la totalidad de los subsectores y aplicando el diseño de muestra estratificado se utilizó la siguiente expresión:

$$n = (\sum_h W_h S_h)^2 / [(d^2/t^2) + (\sum_h W_h S_h^2 / N)]$$

Donde:

$$W_h = N_h / N$$

y

N: Tamaño del subsector

N_h: Tamaño de estrato h en el subsector

S_h²: Varianza poblacional del estrato h

S_h: Desvío estándar poblacional del estrato h

d: Grado de precisión de la estimación

t: Abscisa de la distribución normal correspondiente a una probabilidad de 0,975

$$P(|\bar{x}_{st} - \bar{X}| < d) = 0,95$$



Donde:

$$\bar{x}_{St} = \sum_h W_h \bar{x}_h; \quad \bar{x}_h = (1/n_h) \sum_i x_{hi}; \quad \bar{X} = (1/N) \sum_{ih} x_{hi}$$

\bar{x}_{St} : Media estratificada (estimador insesgado de la media poblacional del subsector)

\bar{x}_h : Media muestral del estrato h del subsector

\bar{X} : Media poblacional

n_h : Tamaño de la muestra en el estrato h del subsector

Se planteó trabajar con un tamaño de muestra que permitiera estimaciones con un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 95%. Al calcular el tamaño de muestra para los estratos establecidos se obtuvo un tamaño de muestra de **n = 1.685** unidades a observar.

Este tamaño de muestra supera el tamaño teórico estimado según el análisis presupuestario realizado en función de los costos asignados a las tareas requeridas para la encuesta. A partir del conocimiento sobre el comportamiento de la variable consumo energético de los distintos subsectores se admitieron, para algunos de ellos, mayores y variados márgenes de error en las estimaciones. A Molinería y Panadería, Resto de Alimentos, Bebidas y Tabaco, Textiles y Cueros, Papel e Impresión y No Metálicos se los calculó con un 20% de error y para Química, Caucho y Plásticos, Metales y Otras Industrias Manufactureras con el 30%.

Con estos márgenes de error y un nivel de confianza del 95% se obtuvo para los estratos Grandes, Medianos y Pequeños, un tamaño total de muestra de **n= 352** establecimientos.

La asignación del tamaño de la muestra a cada estrato fue realizada a partir de una Afijación óptima, tomando en cuenta el tamaño y la variabilidad en cada estrato. Para ello, se utilizó la siguiente expresión:

$$n_h = n (W_h S_h / \sum_h W_h S_h)$$

A esta asignación muestral se le incluyó la totalidad de los establecimientos del estrato Muy Grandes, **n= 139**.

Dado que a partir de la asignación óptima se obtuvieron tamaños de muestra para los estratos Grandes de los Subsectores Frigoríficos, Aceites y Biocombustibles superiores a los tamaños poblacionales se realizó un ajuste y una asignación "inteligente" alcanzando un tamaño de muestra estratificada y ajustada de **n = 503** establecimientos.



En la siguiente tabla se presenta la muestra que resultó a partir de la asignación por subsector y tamaños de los establecimientos, junto a los márgenes de error resultante por la incorporación forzosa de los establecimientos Muy Grandes.

Tabla A5.5. Tamaño de Muestra por Subsector de Actividad y Tamaño del establecimiento

Subsector		Muy Grandes		Medianos		Total	Error máximo
1	Frigeríficos	13	15	7	2	37	22,5%
2	Aceites	3	6	3	3	15	12,0%
3	Molinería y Panadería	10	23	4	18	54	18,1%
4	Azúcar	4	6	0	0	10	35,6%
5	Resto Alim., Bebidas y Tabaco	23	30	3	12	69	13,2%
6	Textiles y Cuero	11	16	4	25	56	18,1%
7	Papel e Impresión	7	19	4	15	46	19,5%
8	Biocombustibles	3	7	2	8	20	28,2%
9	Química, Caucho y Plástico	30	25	2	3	60	16,7%
10	No Metálicos	8	25	2	19	54	17,6%
11	Metales	8	9	3	16	36	25,4%
12	Otras Ind. Manufactureras	19	12	3	12	46	21,2%
Total		139	193	37	134	503	
		28%	38%	7%	27%	100%	

Fuente: Elaboración propia.

Al tamaño muestral de los estratos Grandes, Medianos y Pequeños se le aplicó una tasa de sobremuestreo del orden del 25% a partir de suponer una pérdida de establecimientos por rechazos o errores en la obtención de la información. Este sobredimensionamiento no se aplicó en los estratos grandes de los subsectores que alcanzaron el total poblacional. Igual situación se dio con el estrato Muy Grande de todos los subsectores porque fueron incluidos en su totalidad en el dominio de estudio por inclusión forzosa.



El tamaño de muestra definitivo resultó de **n= 580** establecimientos y su distribución se presenta en la tabla siguiente.

Tabla A5.6. Tamaño de Muestra Definitivo por Subsector de Actividad y Tamaño del establecimiento

	Subsector	Muy Grandes		Medianos		Total
1	Frigoríficos	13	15	7	2	37
2	Aceites	3	6	3	3	15
3	Molinería y Panadería	10	28	5	23	66
4	Azúcar	4	6	0	0	10
5	Resto Alim., Bebidas y Tabaco	23	38	4	15	80
6	Textiles y Cuero	11	21	4	31	67
7	Papel e Impresión	7	24	5	19	55
8	Biocombustibles	3	7	2	8	20
9	Química, Caucho y Plástico	30	31	2	4	68
10	No Metálicos	8	31	3	24	65
11	Metales	8	11	4	20	43
12	Otras Ind. Manufactureras	19	15	4	16	53
	Total	139	233	43	166	580
		24%	40%	7%	29%	100%

Fuente: Elaboración propia.

La selección de los establecimientos por subsectores y tamaño fue realizada por el INE, dado que por secreto estadístico no se dispuso de la base de establecimientos que conformó el marco y como ya se expresó en puntos anteriores sólo se contó con datos resúmenes.



En la siguiente tabla se muestra cómo ha quedado la distribución de la muestra por departamento.

Tabla A5.7. Tamaño de Muestra Definitivo por Departamento y Tamaño del establecimiento

	Departamento	Muy Grandes	Grandes	Medianos	Micro y Pequeños	Total	
0	Asunción	29	59	10	27	125	21,6%
1	Concepción	1			3	4	0,7%
2	San Pedro		3	2	4	9	1,6%
3	Cordillera	2	6		8	16	2,8%
4	Guairá	1	5	3	3	12	2,1%
5	Caaguazú	4	11	2	11	28	4,8%
6	Caazapá		1		3	4	0,7%
7	Itapúa	4	13	3	13	33	5,7%
8	Misiones	1	1			2	0,3%
9	Paraguarí	1	1		5	7	1,2%
10	Alto Paraná	15	34	4	20	73	12,6%
11	Central	72	88	15	61	235	40,5%
12	Ñeembucú	1				1	0,2%
13	Amambay	2	1		4	7	1,2%
14	Canindeyú	1	2	2	2	7	1,2%
15	Presidente Hayes	2	4	1	2	9	1,6%
16	Boquerón	3	4	1		8	1,4%
	Total	139	233	43	166	580	100,0%

Fuente: Elaboración propia.



SECTOR RESIDENCIAL



TOMO III



1. Aspectos metodológicos

Este informe presenta los resultados de la información obtenida de la Encuesta sobre Consumo y Usos de la Energía en el sector Residencial de la República de Paraguay y, a partir de ello, se hace un análisis descriptivo y caracterización del consumo de energía en los hogares paraguayos.

El año base del estudio es 2021 y los resultados han sido compatibilizados con la información del Balance Energético Nacional (BEN), elaborado por la Viceministerio de Minas y Energía del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de Paraguay (VMME-MOPC).

En el sector Residencial la unidad de análisis del consumo de energía es el hogar, y la Encuesta ha cubierto todo el territorio nacional estratificando los hogares con el siguiente criterio:

- Por área:
 - Urbano
 - Rural
- Por nivel socioeconómico:
 - Altos ingresos
 - Medios ingresos
 - Bajos ingresos

Como resultado quedan seis grupos relativamente homogéneos, nivel de desagregación que se considera adecuado para el análisis, la prospectiva y la planificación energética del sector en Paraguay.

Los usos de la energía considerados en cada uno de los módulos homogéneos del sector Residencial son los siguientes:

1. Iluminación
2. Cocción
3. Calentamiento de agua
4. Calefacción
5. Conservación de alimentos
6. Refrigeración y ventilación de ambientes
7. Bombeo de agua
8. Otros artefactos



Las fuentes energéticas relevadas fueron:

- GL: Gas licuado de petróleo o GLP
- LE: Leña
- CV: Carbón vegetal
- RB: Residuos de biomasa
- SO: Solar
- EE: Electricidad

Se decidió no preguntar por el uso de kerosene, nafta y alcohol de quemar debido a que el mismo es marginal y con el objetivo de simplificar el cuestionario y realizar su llenado de manera más ágil.

En cuanto a la energía solar, se preguntó tanto por la utilización de paneles fotovoltaicos para la autoproducción de electricidad como por calentadores de agua. De éstos no se detectó ningún caso en la muestra encuestada, por lo tanto, la energía solar no aparecerá en las matrices de consumo final. Ante la evidencia de la existencia en el país de empresas que se dedican a la instalación y mantenimiento de equipamiento para el aprovechamiento de la energía solar tanto para el uso térmico como fotovoltaico, recomendamos la realización de un estudio específico que permita cuantificar el aporte de esta fuente energética en el consumo final de energía en el sector.

Para el diseño muestral¹ se utilizó como marco la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) de Paraguay que corresponde al Censo Nacional de Población y Vivienda 2012, que es la misma base utilizada para la Encuesta Permanente de Hogares (EPH), con la correspondiente cartografía. Los dominios de estudio fueron establecidos por área urbana y rural, y la estratificación socioeconómica se realizó *ex-post* a partir de los consumos de electricidad, relevados en la encuesta, dada la alta correlación existente entre los ingresos de las familias y el consumo de electricidad. En la siguiente tabla se presentan los rangos de consumo adoptados para cada estrato.

¹ Ver Anexo 3.



Tabla 1.1. Rangos de consumo de electricidad adoptados por estrato (kWh/año)

	URBANO	RURAL
ALTOS	≥ a 7.200	≥ a 4.800
MEDIOS	3.000 a 7.199	1.800 a 4.799
BAJOS	< a 3.000	< a 1.800

Fuente: elaboración propia.

El tamaño muestral fue establecido, para un error máximo de 5% y un nivel de confianza del 95%, en 884 encuestas efectivas para el total del sector Residencial. Dado que las no respuestas fueron bastante menores a lo previsto (20%), se terminaron realizando un número mayor de encuestas de 1.050 (19% más), como se muestra en la siguiente tabla.

La variable de expansión de las muestras fue la cantidad de hogares. Los sub-universos de hogares urbanos (1.227.632) y rurales (707.780) fueron proporcionados por el INE; y para los estratos, urbanos o rurales, se consideró: Altos decil 10 (10%), Medios deciles 6 a 9 (40%); y, Bajos deciles 1 a 5 (50%).

Tabla 1.2. Tamaño de la muestra y factores de expansión

	Hogares Muestra (A)	Hogares Universo (B)	Factor de Expansión (B/A)
URBANO			
Altos	120	122.763	1.023
Medios	225	491.053	2.182
Bajos	186	613.816	3.300
Total	531	1.227.632	
RURAL			
Altos	61	70.778	1.160
Medios	222	283.112	1.275
Bajos	236	353.890	1.500
Total	519	707.780	
TOTAL	1.050	1.935.412	

Fuente: elaboración propia.



Sobre el concepto de energía útil

La energía útil es la energía final que ingresa a los artefactos de uso final a la que se le restan las pérdidas de energía en estos. Los artefactos de uso final convierten, o transforman, la energía contenida en las fuentes energéticas en los usos que satisfacen las necesidades humanas: iluminación, cocción de alimentos, calentamiento de agua sanitaria, conservación de alimentos, climatización de ambientes y otros usos.

Las pérdidas de energía en los artefactos de uso final son de tres tipos: 1) debido a la conversión de la energía de las fuentes a usos (2do principio de la termodinámica); 2) debido al estado de mantenimiento de los artefactos; y, 3) debido a las modalidades de uso de estos. Para obtener la energía útil sólo se consideran las pérdidas en la conversión final, para descontarlas de la energía final. Es decir, se restan las pérdidas estrictamente técnicas. Dicho en otras palabras, la energía útil incluye las pérdidas debido al mal estado de mantenimiento, las pérdidas debido a las modalidades de uso y la energía efectivamente aprovechada para satisfacer las necesidades asociadas al uso.

En el Anexo 2 se presentan los rendimientos de utilización adoptados para obtener la energía útil. La fuente de información son los análisis realizados por Fundación Bariloche, teniendo en cuenta la tecnología de los artefactos, catálogos técnicos y normas de etiquetado de eficiencia energética.



2. Consumo de energía del sector Residencial

2.1 Consumo de energía final por fuentes y usos

El consumo total de energía final del sector Residencial de Paraguay en 2021 fue de 1.419 ktep, aportados por cinco fuentes: electricidad (EE), gas licuado de petróleo (GL o GLP), leña (LE), carbón vegetal (CV) y residuos de biomasa² (RB). La electricidad y el gas licuado concentran el 48% del consumo final residencial, en tanto que la leña representa el 41% del total.

Según información provista por el INE, la cantidad total de hogares en 2021 fue de 1.935.412 hogares. En consecuencia, el consumo de energía final promedio por hogar resultó de 733 kep/hogar-año.

Como puede verse en la siguiente tabla, la electricidad es la fuente que se utiliza en todos los usos residenciales. Por otra parte, como es normal, los usos conservación de alimentos, refrigeración y ventilación de ambientes y bombeo de agua son cautivos de la electricidad. El consumo de gas licuado en el uso otros artefactos corresponde a secadoras de ropa; quitando este caso puntual, resulta este uso también cautivo de la electricidad.

Y en los denominados usos calóricos -cocción, calentamiento de agua y calefacción- es donde se presenta la competencia entre las fuentes energéticas para abastecer a cada uso.

Tabla 2.1. Sector Residencial - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					31.749	31.749
Cocción	135.783	465.890	143.492	2.160	55.092	802.418
Calentamiento de Agua	10.179	109.929	15.734	39	96.830	232.712
Calefacción	81	2.248	2.357		1.062	5.748
Conservacion Alimentos					146.273	146.273

² En el sector Residencial de Paraguay estos residuos detectados son principalmente desechos de madera y en menor medida estiércol.

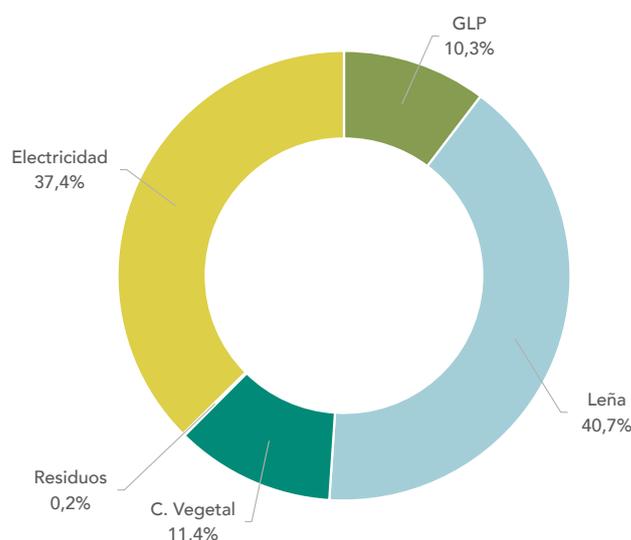


Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Refrig. y Vent. de Ambientes					110.024	110.024
Bombeo de Agua					2.721	2.721
Otros Artefactos	69				87.180	87.249
TOTAL	146.113	578.067	161.584	2.199	530.931	1.418.894

Fuente: elaboración propia.

La principal fuente del consumo final es la leña, se consumieron 578 ktep que representan el 40,7% del consumo final total. La segunda es la electricidad con 531 ktep (6.174 GWh) y el 48,4% del total; luego sigue el carbón vegetal con 162 ktep que representó el 11,4% y el GLP con 146 ktep que representó el 10,3%. Los residuos de biomasa tienen consumos mucho más bajos, como se muestra en la tabla precedente.

Gráfico 2.1. Sector Residencial - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021



Fuente: elaboración propia.

El consumo promedio de electricidad fue de 3.190 kWh/hogar.

En la siguiente tabla se muestra la participación de las fuentes en el consumo en los distintos usos y en el total. La leña es la principal fuente para cocción con el 58,1% del consumo final en el uso, el segundo lugar lo ocupa el carbón vegetal con el 17,9% y el tercero el gas licuado con el 16,9%. La electricidad representa sólo el 6,9% y el consumo de residuos es marginal.



En calentamiento de agua la leña aporta el 47,2% del consumo final, la electricidad el 41,6%, el carbón vegetal el 6,8% y el 4,4% restante el GLP.

En calefacción el carbón vegetal aporta el 41,0% del consumo final, la leña el 39,1 y el 1,4% restante el GLP.

Los restantes usos, como se mencionó, son cautivos de la electricidad.

Tabla 2.2. Sector Residencial - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	16,9	58,1	17,9	0,3	6,9	100,0
Calentamiento de Agua	4,4	47,2	6,8	0,0	41,6	100,0
Calefacción	1,4	39,1	41,0		18,5	100,0
Conservación Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos	0,1				99,9	100,0
TOTAL	10,3	40,7	11,4	0,2	37,4	100,0

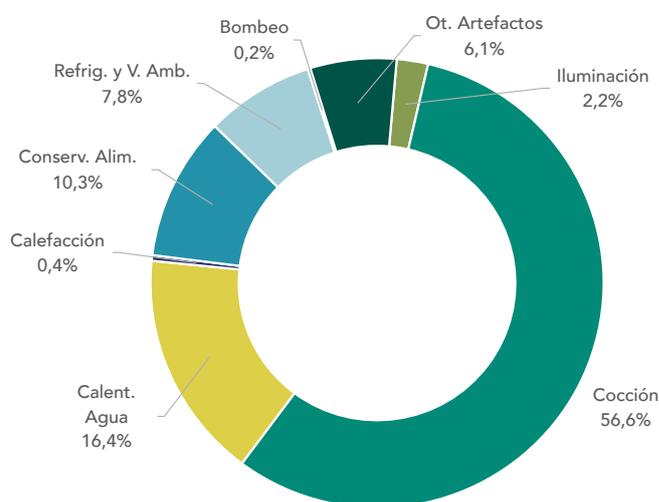
Fuente: elaboración propia.

En el capítulo 5 se detalla en qué artefactos se consume la energía dentro de cada uso y la antigüedad de los mismos.

El principal uso en el consumo final es cocción, que absorbe el 56,6% del consumo final total. Le siguen calentamiento de agua (16,4%), conservación de alimentos (10,3%), refrigeración y ventilación de ambientes (7,8%) y otros artefactos (6,1%); luego los restantes usos tienen participaciones muy bajas, como se muestra en el gráfico siguiente.



Gráfico 2.2. Sector Residencial - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021



Fuente: elaboración propia.

En la tabla 2.3 se presentan las participaciones de los usos en el consumo final de cada fuente y en el total. Como puede verse, la leña se consume exclusivamente para cocción (80,6%), calentamiento de agua (19,0%) y calefacción (0,4%).

La segunda fuente en importancia en el consumo final es la electricidad, que se consume en todos los usos, donde el principal uso de ésta es conservación de alimentos con el 27,6% de su consumo total. Le siguen en importancia refrigeración y ventilación de ambientes (20,7%), calentamiento de agua con el 18,2% y otros artefactos (16,4%). Estos cuatro usos representan en conjunto el 83% de la electricidad residencial. Estas participaciones están definidas principalmente por el parque de artefactos disponible en los hogares y, desde luego, por sus potencias y modalidades de uso.

En cuanto al carbón vegetal, se destina el 88,8% a cocción, el 9,7% a calentamiento de agua y el 1,5% a calefacción. En el caso del GLP se destina el 92,9% a cocción, el 7,0% a calentamiento de agua y el 0,1% a calefacción. Los residuos, con un consumo muy bajo, se destinan casi exclusivamente a cocción.

Tabla 2.3. Sector Residencial - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Illuminación					6,0	2,2
Cocción	92,9	80,6	88,8	98,2	10,4	56,6
Calentamiento de Agua	7,0	19,0	9,7	1,8	18,2	16,4



Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Calefacción	0,1	0,4	1,5		0,2	0,4
Conservacion Alimentos					27,6	10,3
Refrig. y Vent. de Ambientes					20,7	7,8
Bombeo de Agua					0,5	0,2
Otros Artefactos	0,0				16,4	6,1
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

2.2 Consumo de energía útil por fuentes y usos

El consumo de energía útil se obtiene de aplicar a los consumos finales los rendimientos de los artefactos de uso final. El consumo de energía útil total Residencial en 2021 fue de 413 ktep, lo que da como resultado un rendimiento medio de utilización del 29,1%.

El consumo promedio de energía útil por hogar fue de 213 kep/hogar-año.

Tabla 2.4. Sector Residencial - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

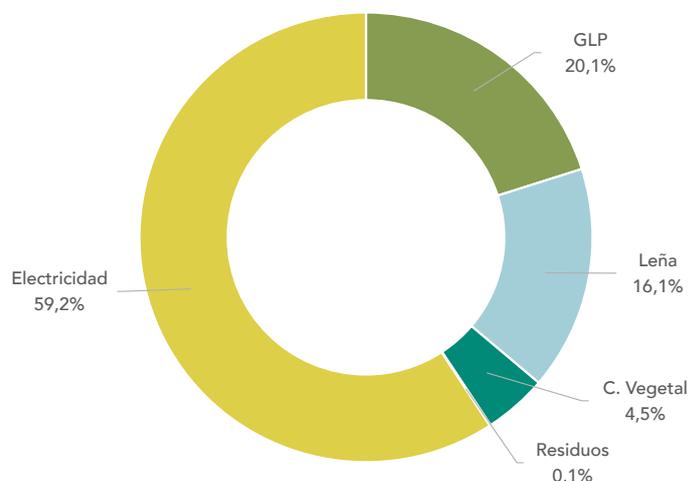
Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					5.444	5.444
Cocción	77.077	54.247	16.007	262	44.279	191.872
Calentamiento de Agua	5.746	11.840	2.264	4	84.552	104.406
Calefacción	69	450	471		371	1.361
Conservacion Alimentos					31.156	31.156
Refrig. y Vent. de Ambientes					36.236	36.236
Bombeo de Agua					1.905	1.905
Otros Artefactos	44				40.492	40.537
TOTAL	82.937	66.537	18.743	266	244.435	412.917

Fuente: elaboración propia.

Como resultado de los diferentes rendimientos de los artefactos y las fuentes que consumen, las estructuras por fuente y por usos del consumo útil se modifica en relación a las correspondientes en energía final.

Ahora, en energía útil, la principal fuente es la electricidad con el 59,2% (en energía final era del 37,4%, y la principal fuente la electricidad). Le sigue el GLP con el 20,1% y la leña con el 16,1%. Estas tres fuentes representan el 95% del consumo útil total.

Gráfico 2.3. Sector Residencial - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021



Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se presentan las participaciones de las fuentes en los distintos usos en términos de energía útil; esta información es fundamental para el análisis de sustituciones entre fuentes ya que el consumo de energía útil es un indicador más fidedigno de la satisfacción de las necesidades humanas. Si bien este análisis debe realizarse a nivel de cada módulo homogéneo, el considerar el consumo útil del total del sector Residencial da una idea general del potencial de sustitución entre fuentes. En la tabla puede verse que, en cocción, la electricidad aporta el 23,1% de la energía útil, es decir que hay un muy alto potencial de penetración si se decidiera promocionarla para este uso en sustitución del gas licuado y la leña.

Una situación diferente se presenta en calentamiento de agua, donde la electricidad ya tiene el 81% del uso, la leña el 11,3% y el GLP el 5,5%. Aunque en este caso el producto, agua caliente, es exactamente igual si se obtiene con cualquiera de las dos fuentes, cosa que no ocurre con la cocción. Es necesario remarcar que, en calentamiento de agua, la energía solar tiene muy buenas cualidades para sustituir las fuentes tradicionales y no se ha detectado su uso en la muestra encuestada.

Tabla 2.5. Sector Residencial - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	40,2	28,3	8,3	0,1	23,1	100,0
Calentamiento de Agua	5,5	11,3	2,2	0,0	81,0	100,0
Calefacción	5,1	33,0	34,6		27,3	100,0



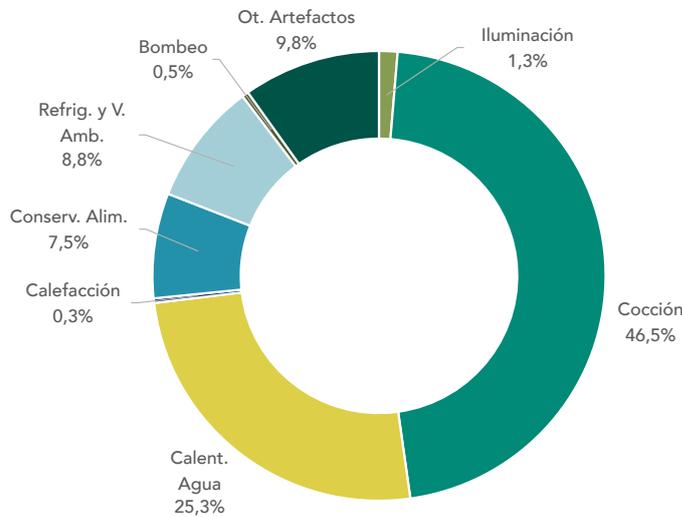
Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Conservacion Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos	0,1				99,9	100,0
TOTAL	20,1	16,1	4,5	0,1	59,2	100,0

Fuente: elaboración propia.

Como consecuencia de los diferentes rendimientos de los artefactos según la fuente que consumen, se modifica también la composición del consumo por usos en energía útil en comparación con la energía final.

Se observa una reducción en la participación de la cocción que ahora representa el 46,5% del consumo útil, contra el 56,6% en energía final. El mayor cambio relativo se observa en el aumento de la participación del calentamiento de agua, que ahora representa el 25,3% del total (contra el 16,4% en el consumo final).

Gráfico 2.4. Sector Residencial - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021



Fuente: elaboración propia.



Tabla 2.6. Sector Residencial - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					2,2	1,3
Cocción	92,9	81,5	85,4	98,5	18,1	46,5
Calentamiento de Agua	6,9	17,8	12,1	1,5	34,6	25,3
Calefacción	0,1	0,7	2,5		0,2	0,3
Conservación Alimentos					12,7	7,5
Refrig. y Vent. de Ambientes					14,8	8,8
Bombeo de Agua					0,8	0,5
Otros Artefactos	0,1				16,6	9,8
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

2.3 Rendimientos de utilización promedio

Como resultado del cociente entre la matriz de consumo de energía útil (Tabla 2.4) y la matriz de consumo de energía final (Tabla 2.1), se obtiene la matriz de rendimientos de utilización promedio del sector Residencial de Paraguay, que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2.7. Sector Residencial – Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					17,1	17,1
Cocción	56,8	11,6	11,2	12,1	80,4	23,9
Calentamiento de Agua	56,4	10,8	14,4	10,0	87,3	44,9
Calefacción	85,0	20,0	20,0		35,0	23,7
Conservación Alimentos					21,3	21,3
Refrig. y Vent. de Ambientes					32,9	32,9
Bombeo de Agua					70,0	70,0
Otros Artefactos	63,9				46,4	46,5
TOTAL	56,8	11,5	11,6	12,1	46,0	29,1

Fuente: elaboración propia.

El rendimiento promedio total del consumo final de energía en el sector Residencial de Paraguay fue de 29,1%. La fuente de mayor rendimiento fue el gas licuado (56,8%), lo que hace aumentar su participación en el consumo útil en detrimento de la electricidad y las biomásas.



La electricidad, por su consumo final y la diversidad de utilización en los usos, es la que presenta mayores alternativas de mejora de los rendimientos de los artefactos y, en consecuencia, mayor potencial de reducción de su consumo final por la aplicación de medidas de eficiencia energética. Si se relacionan el consumo por artefactos dentro de cada uso (presentados en el capítulo 5) con los rendimientos de estos (Anexo 2) se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- En iluminación queda un potencial significativo de sustitución de lámparas bajo consumo, de bombillos incandescentes y de tubos fluorescentes por lámparas LED.
- En cocción, una mayor penetración de estufas y hornos eléctricos, incluyendo las estufas de inducción, contribuirían a reducir tanto rendimiento promedio del uso como el consumo de leña, carbón vegetal y gas licuado.
- Algo similar ocurriría con el calentamiento de agua y calefacción: una mayor utilización de calentadores eléctricos y a su vez una mejor clase de eficiencia de estos sustituirían leña y mejorarían la eficiencia en el uso.
- En los equipos de frío, tanto para conservación de alimentos como para refrigeración a ambientes, una mayor difusión de artefactos de mejor clase de eficiencia reduciría apreciablemente el consumo final de electricidad.
- Y, finalmente, en otros artefactos una mayor eficiencia de lavadoras de ropa, secadora de ropa y de televisores se visualizan como las medidas de mayor impacto en la reducción del consumo de electricidad.

Por otra parte, la leña, por su relevancia en el consumo final, presenta también un potencial significativo de reducción en el consumo final a través de una mejora en la eficiencia del uso cocción.



3. Consumo de energía por área Urbana y Rural

Como se mostrará más adelante, el sector Residencial Urbano consume el 52,8.7% de la energía final residencial, mientras que el Residencial Rural el 47,2% restante. En cuanto al consumo final de las fuentes, respectivamente: electricidad 73,8% y 26,2%, gas licuado 75,7% y 24,3%, leña 23,6% y 76,4%, y carbón vegetal 66,9% y 33,1%.

Es de mencionar que, según estimaciones del proyecto, en 2021 el 63% de los hogares se localizaban en áreas urbanas y el 37% en rurales.

3.1 Consumo de energía Residencial Urbano

En 2021, los hogares urbanos de Paraguay consumieron en total 749 ktep de energía final. La cantidad estimada de hogares urbanos para ese año es de 1.227.632, con lo que el consumo específico de los hogares urbanos en energía final fue de 610 kep/hogar-año (más bajo que el promedio Residencial de 733 kep/hogar-año).

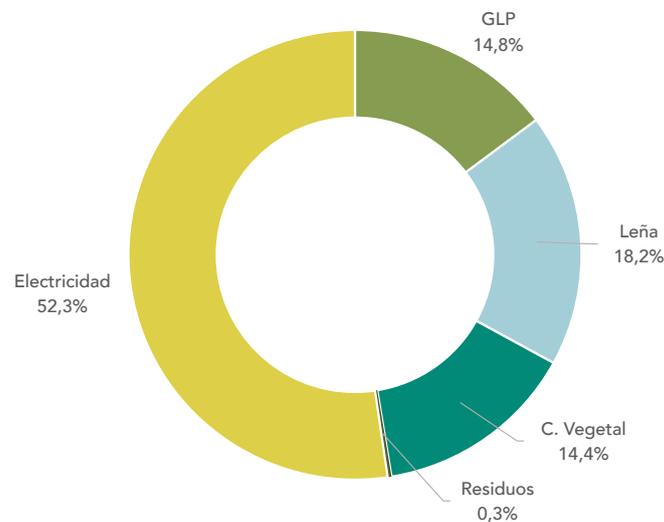
Tabla 3.1. Sector Residencial Urbano - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					21.126	21.126
Cocción	102.393	113.500	97.249	2.018	40.668	355.828
Calentamiento de Agua	8.035	21.401	8.707		78.239	116.382
Calefacción	72	1.574	2.065		944	4.656
Conservacion Alimentos					97.567	97.567
Refrig. y Vent. de Ambientes					89.369	89.369
Bombeo de Agua					1.048	1.048
Otros Artefactos	49				62.682	62.731
TOTAL	110.550	136.475	108.021	2.018	391.642	748.706

Fuente: elaboración propia.



Gráfico 3.1. Sector Residencial Urbano - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021



Fuente: elaboración propia.

La electricidad aporta el 52,3% del total urbano. Le siguen la leña (18,2%), el GLP (14,8%) y el carbón vegetal (14,4%). Los residuos tienen una participación menor.

De electricidad se consumieron en los hogares urbanos 392 ktep, es decir 4.558 GWh. Ello significa un consumo específico de electricidad de 3.710 kWh/hogar-año.

En la siguiente tabla se muestran las participaciones de las fuentes en el consumo final de cada uso y el total. Se destaca la competencia entre las fuentes en los usos cocción, calentamiento de agua y calefacción. En cocción y calefacción la electricidad tiene una relativamente baja participación y, en consecuencia, un gran potencial de penetración en ambos usos. En calentamiento de agua debe agregarse la posibilidad de penetración de la energía solar, fuente no detectada por la Encuesta en este uso.

Tabla 3.2. Sector Residencial Urbano - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

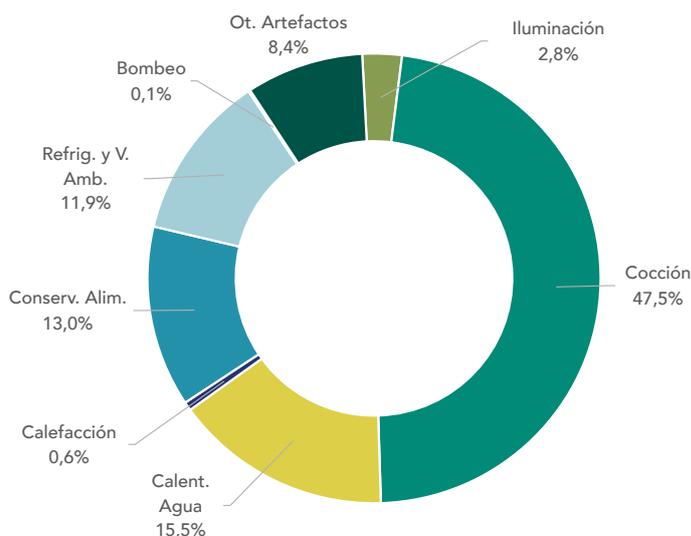
Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	28,8	31,9	27,3	0,6	11,4	100,0
Calentamiento de Agua	6,9	18,4	7,5		67,2	100,0
Calefacción	1,6	33,8	44,4		20,3	100,0
Conservación Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0



Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos	0,1				99,9	100,0
TOTAL	14,8	18,2	14,4	0,3	52,3	100,0

Fuente: elaboración propia.

Gráfico 3.3. Sector Residencial Urbano - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021



Fuente: elaboración propia.

La cocción es el principal uso de la energía neta en los hogares urbanos con el 47,5% del consumo; seguido de calentamiento de agua (15,5%), conservación de alimentos (13%); refrigeración y ventilación de ambientes (11,9%) y otros artefactos (8,4%). Los restantes usos - iluminación, bombeo y calefacción - tienen mucho menos participación.

Como se puede ver en la siguiente tabla, el principal uso al que se destina la electricidad en los hogares urbanos es conservación de alimentos (24,9% de la electricidad consumida). Le siguen en importancia refrigeración y ventilación de ambientes (22,8%), calentamiento de agua (20%), otros artefactos (16%) y cocción (10,4%); y, luego los restantes usos con participaciones menores.

Tabla 3.3. Sector Residencial Urbano - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					5,4	2,8
Cocción	92,6	83,2	90,0	100,0	10,4	47,5
Calentamiento de Agua	7,3	15,7	8,1		20,0	15,5



Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Calefacción	0,1	1,2	1,9		0,2	0,6
Conservacion Alimentos					24,9	13,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					22,8	11,9
Bombeo de Agua					0,3	0,1
Otros Artefactos	0,0				16,0	8,4
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

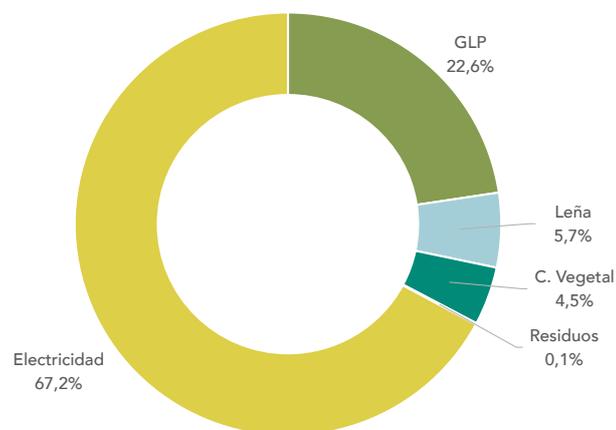
A continuación, se muestra la matriz de consumo de energía útil por fuentes y usos. El consumo útil total fue, en 2021, de 277 ktep. El rendimiento medio de utilización en los hogares urbanos resulta del 37,1%.

Tabla 3.4. Sector Residencial Urbano - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					3.836	3.836
Cocción	58.100	13.227	10.702	243	32.606	114.878
Calentamiento de Agua	4.539	2.238	1.254		68.342	76.373
Calefacción	62	315	413		330	1.120
Conservacion Alimentos					20.782	20.782
Refrig. y Vent. de Ambientes					29.358	29.358
Bombeo de Agua					733	733
Otros Artefactos	31				30.320	30.351
TOTAL	62.731	15.780	12.369	243	186.307	277.431

Fuente: elaboración propia.

Gráfico 3.3. Sector Residencial Urbano - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021



Fuente: elaboración propia.



Como se mencionó anteriormente, las fuentes de mayor rendimiento hacen que su participación en el consumo útil aumente, lo que refleja una mayor importancia en la satisfacción de las necesidades energéticas. Gas licuado y electricidad aportan el 89,8% del consumo útil de los hogares urbanos.

Tabla 3.5. Sector Residencial Urbano - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	50,6	11,5	9,3	0,2	28,4	100,0
Calentamiento de Agua	5,9	2,9	1,6		89,5	100,0
Calefacción	5,5	28,1	36,9		29,5	100,0
Conservación Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos	0,1				99,9	100,0
TOTAL	22,6	5,7	4,5	0,1	67,2	100,0

Fuente: elaboración propia.

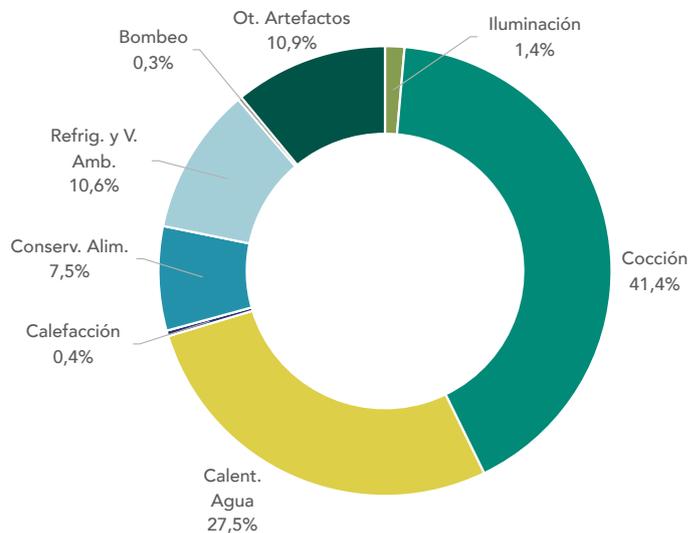
La tabla precedente es esencial para el análisis de sustituciones, ya que cualesquiera fueran las fuentes que compiten deben proporcionar la misma energía útil en el uso para que la comparación sea válida.

Tanto en cocción como en calefacción se observa un interesante mercado disputable a favor de la electricidad. En calentamiento de agua, por otra parte, está la posibilidad de introducir la energía solar con muy buenas cualidades para el uso.

Los restantes usos son cautivos de la electricidad y no hay posibilidades, con las tecnologías actuales, que la electricidad sea desplazada por otras fuentes. Lo que sí puede y debe ocurrir es introducir mejoras en las tecnologías de los artefactos eléctricos a fin de aumentar la calidad de la prestación y la eficiencia energética.



Gráfico 3.4. Sector Residencial Urbano - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021



Fuente: elaboración propia.

La cocción reduce su importancia en el consumo útil en comparación con el consumo final, ahora representa el 41,4% del total útil. Le siguen en importancia calentamiento de agua (27,5%), los otros artefactos (10,9%), refrigeración de ambientes (10,6%) y conservación de alimentos (7,5%). Los restantes usos tienen una participación pequeña como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.6. Sector Residencial Urbano - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					2,1	1,4
Cocción	92,6	83,8	86,5	100,0	17,5	41,4
Calentamiento de Agua	7,2	14,2	10,1		36,7	27,5
Calefacción	0,1	2,0	3,3		0,2	0,4
Conservación Alimentos					11,2	7,5
Refrig. y Vent. de Ambientes					15,8	10,6
Bombeo de Agua					0,4	0,3
Otros Artefactos	0,1				16,3	10,9
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Finalmente, se muestran en la siguiente tabla los rendimientos promedio de utilización por fuentes y usos. Como se mencionó, el rendimiento total es del 37,1%. El promedio del gas licuado 56,7%, de la electricidad el 47,6%, y las biomásas con rendimientos mucho menores del orden del 12%.

Tabla 3.7. Sector Residencial Urbano – Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					18,2	18,2
Cocción	56,7	11,7	11,0	12,1	80,2	32,3
Calentamiento de Agua	56,5	10,5	14,4		87,4	65,6
Calefacción	85,0	20,0	20,0		35,0	24,1
Conservación Alimentos					21,3	21,3
Refrig. y Vent. de Ambientes					32,9	32,9
Bombeo de Agua					70,0	70,0
Otros Artefactos	63,9				48,4	48,4
TOTAL	56,7	11,6	11,5	12,1	47,6	37,1

Fuente: elaboración propia.

3.2 Consumo de energía Residencial Rural

Los 707.780 hogares rurales de Paraguay consumieron 670 ktep de energía final en 2021, resultando 947 kep/hogar-año.

La leña es la principal fuente en el ámbito rural, con un consumo de 442 ktep que representan el 65,9% del consumo final. La segunda fuente es la electricidad con 139 ktep y el 20,8% del total. El carbón vegetal ocupa el tercer lugar, con 54 ktep y 8% de participación. Por último, el consumo de GLP es de 36 ktep, con el 5,3% de participación. El consumo de residuos es muy poco significativo.

El consumo promedio de electricidad de los hogares rurales fue de 2.283 kWh/hogar-año.

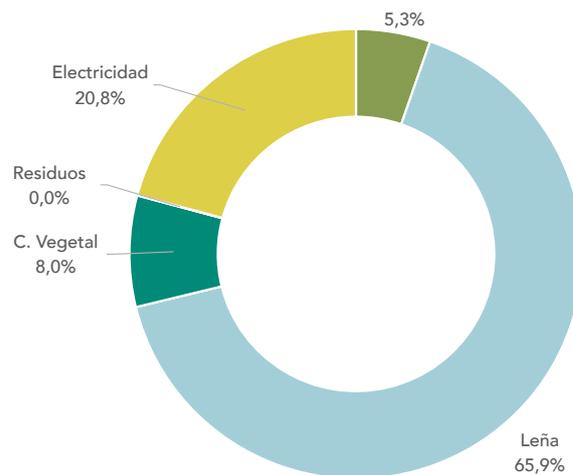


Tabla 3.8. Sector Residencial Rural - Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					10.623	10.623
Cocción	33.390	352.390	46.243	142	14.424	446.590
Calentamiento de Agua	2.144	88.528	7.027	39	18.591	116.329
Calefacción	9	673	292		118	1.092
Conservación Alimentos					48.706	48.706
Refrig. y Vent. de Ambientes					20.655	20.655
Bombeo de Agua					1.673	1.673
Otros Artefactos	20				24.498	24.518
TOTAL	35.563	441.592	53.563	181	139.289	670.187

Fuente: elaboración propia.

Gráfico 3.5. Sector Residencial Rural - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021



Fuente: elaboración propia.

En los usos calóricos, cocción, calentamiento de agua y calefacción, es donde se manifiesta la competencia entre las fuentes y el consumo de leña es central. Es la principal fuente para cocción medida por el consumo de energía final: 79,8% del uso; le sigue el carbón vegetal con 10,4% y el gas licuado con 7,5%. La participación de la electricidad es de 3,2% en tanto que la de residuos es marginal.



Tabla 3.9. Sector Residencial Rural - Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

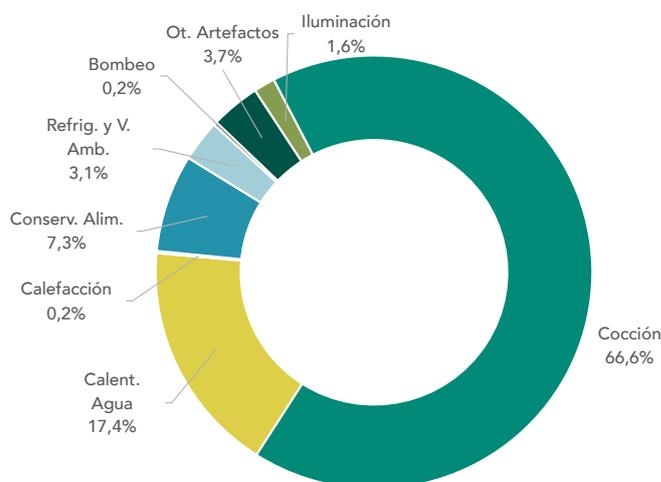
Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	7,5	78,9	10,4	0,0	3,2	100,0
Calentamiento de Agua	1,8	76,1	6,0	0,0	16,0	100,0
Calefacción	0,8	61,6	26,8		10,8	100,0
Conservación Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos	0,1				99,9	100,0
TOTAL	5,3	65,9	8,0	0,0	20,8	100,0

Fuente: elaboración propia.

En calentamiento de agua la principal fuente es la leña, con el 76,1%. La electricidad aporta el 16% y el carbón vegetal el 6%. Hay un alto potencial de penetración de la electricidad, sobre todo sustituyendo a la leña, y, por otro, en el medio rural es donde la energía solar tiene relativamente mejores condiciones para este uso.

En cuanto a la importancia de los usos en el consumo final, la cocción requiere el 66,6% del consumo final de los hogares rurales y el calentamiento de agua el 17,4%. Dentro de los usos eléctricos, la conservación de alimentos insume el 7,3% del total final, los otros artefactos en 3,7% y la refrigeración y ventilación de ambientes sólo un 3,1% (contra un 11,9% que representa en los urbanos).

Gráfico 3.6. Sector Residencial Rural - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021



Fuente: elaboración propia.



En el destino de las fuentes a los distintos usos, merece destacarse la electricidad que tiene una estructura por usos algo diferente a los hogares urbanos. En el medio rural, poco más de un tercio de la electricidad (35%) se consume en conservación de alimentos, el 17,6% en otros artefactos, el 14,8% en refrigeración y ventilación de ambientes, 13,3% en calentamiento de agua, 10,4% en calefacción y 7,6% en iluminación.

Tabla 3.10. Sector Residencial Rural - Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					7,6	1,6
Cocción	93,9	79,8	86,3	78,4	10,4	66,6
Calentamiento de Agua	6,0	20,0	13,1	21,6	13,3	17,4
Calefacción	0,0	0,2	0,5		0,1	0,2
Conservación Alimentos					35,0	7,3
Refrig. y Vent. de Ambientes					14,8	3,1
Bombeo de Agua					1,2	0,2
Otros Artefactos	0,1				17,6	3,7
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Pasamos ahora a describir el consumo de energía útil en el Residencial Rural. En 2021, se consumieron 135 ktep de energía útil lo que da como resultado un rendimiento general de utilización de la energía de 20,2%.

Ahora es la electricidad la principal fuente con el 42,9% del total (en energía final representa el 20,8%). Este gran aumento en su participación se debe a su relativamente alto rendimiento en relación con la leña. La segunda fuente en importancia es la leña (37,5%) y el GLP queda con el 14,9%.

Tabla 3.11. Sector Residencial Rural - Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

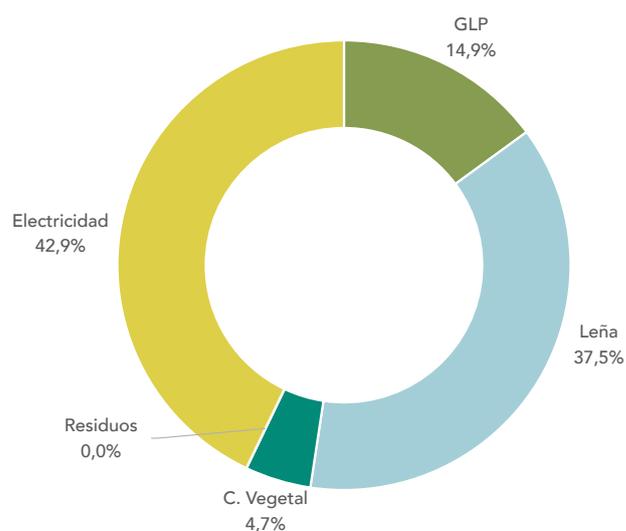
Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					1.609	1.609
Cocción	18.978	41.020	5.305	18	11.673	76.994
Calentamiento de Agua	1.207	9.603	1.011	4	16.209	28.033
Calefacción	7	135	58		41	241
Conservación Alimentos					10.374	10.374
Refrig. y Vent. de Ambientes					6.878	6.878



Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Bombeo de Agua					1.171	1.171
Otros Artefactos	13				10.172	10.185
TOTAL	20.205	50.757	6.374	22	58.128	135.486

Fuente: elaboración propia.

Gráfico 3.7. Sector Residencial Rural - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021



Fuente: elaboración propia.

En energía útil, la leña representa el 53,3% del consumo en cocción, el 34,3% en calentamiento de agua y el 55,8% en calefacción. Por otra parte, el GLP representa el 24,6% de la energía útil consumida en cocción. Esto muestra más claramente el alto potencial de sustitución de leña y GLP por electricidad y solar que existe en estos usos.



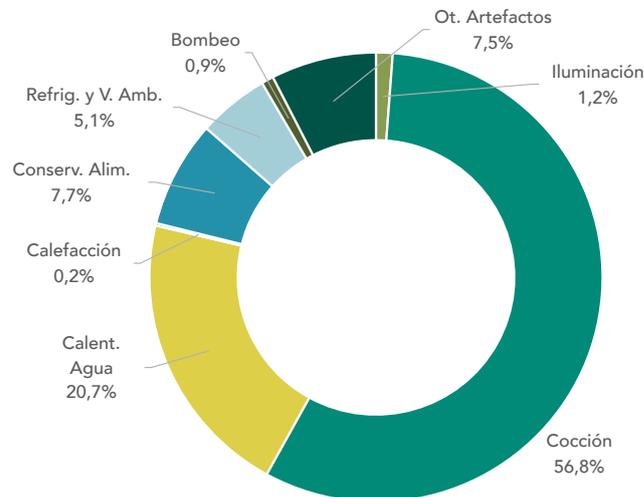
Tabla 3.12. Sector Residencial Rural - Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	24,6	53,3	6,9	0,0	15,2	100,0
Calentamiento de Agua	4,3	34,3	3,6	0,0	57,8	100,0
Calefacción	3,1	55,8	24,2		17,0	100,0
Conservación Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos	0,1				99,9	100,0
TOTAL	14,9	37,5	4,7	0,0	42,9	100,0

Fuente: elaboración propia.

Cocción es el principal uso de la energía útil en los hogares rurales, absorbió en 2021 el 56,8% del consumo útil total. Luego le siguen en importancia calentamiento de agua (20,7%), conservación de alimentos (7,7%), otros artefactos (7,5%) y refrigeración y ventilación de ambientes (5,1%).

Gráfico 3.8. Sector Residencial Rural - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021



Fuente: elaboración propia.

El principal uso de la electricidad en energía útil es calentamiento de agua (27,9%), seguido de cocción (20,1%), conservación de alimentos (17,8%), otros artefactos (17,5%) y refrigeración y ventilación de ambientes (11,8%). Los restantes usos de la electricidad tienen participaciones mucho menores como se puede observar en la siguiente tabla.



Tabla 3.13. Sector Residencial Rural - Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					2,8	1,2
Cocción	93,9	80,8	83,2	82,3	20,1	56,8
Calentamiento de Agua	6,0	18,9	15,9	17,7	27,9	20,7
Calefacción	0,0	0,3	0,9		0,1	0,2
Conservación Alimentos					17,8	7,7
Refrig. y Vent. de Ambientes					11,8	5,1
Bombeo de Agua					2,0	0,9
Otros Artefactos	0,1				17,5	7,5
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

El rendimiento promedio de utilización de la energía en el Residencial Rural es de 20,2%, menor que el rendimiento Urbano del 37,1%. La relativamente muy baja eficiencia en la utilización de la energía en el medio rural se debe fundamentalmente a la importancia del consumo final de biomásas (principalmente leña y carbón vegetal).

Tabla 3.14. Sector Residencial Rural – Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					15,1	15,1
Cocción	56,8	11,6	11,5	12,9	80,9	17,2
Calentamiento de Agua	56,3	10,8	14,4	10,0	87,2	24,1
Calefacción	85,0	20,0	20,0		34,8	22,1
Conservación Alimentos					21,3	21,3
Refrig. y Vent. de Ambientes					33,3	33,3
Bombeo de Agua					70,0	70,0
Otros Artefactos	63,9				41,5	41,5
TOTAL	56,8	11,5	11,9	12,2	41,7	20,2

Fuente: elaboración propia.



4. Consumo de energía por nivel socioeconómico

Los consumos de energía por área y estrato socioeconómico es una información necesaria para evaluar los impactos de políticas tarifarias o de abastecimiento en general según los ingresos de la población.

Como se mencionó en el capítulo 1, para el diseño de la Encuesta no se dispuso de un marco muestral con el ingreso de los hogares, en consecuencia, la estratificación por nivel socioeconómico debió hacerse a posteriori y a partir de los consumos de electricidad, dada la alta correlación entre estos y los ingresos. En la Tabla 1.1 se muestran los rangos de consumos de electricidad considerados para la estratificación, tanto en el área urbana como en la rural.

En el Anexo 1 se presentan las matrices de consumo de energía final, energía útil y rendimiento de cada uno de los estratos

4.1 Consumo final por estrato y fuentes

En las dos tablas siguientes se presentan los consumos finales por estrato y fuentes, en valores absolutos (tep) y la estructura de participación (%) de los estratos.

Como se mencionó, en 2021, el 63% de los hogares paraguayos eran urbanos y el 37% rurales. Comparando esto con los consumos de las fuentes, vemos que, salvo para el carbón vegetal, para las demás fuentes y para el total no se mantiene esa proporción. Para la electricidad el consumo urbano tiene una participación superior en 10 puntos a la estructura poblacional; algo similar ocurre con el GLP y lo contrario ocurre con la leña donde el 76% del consumo es rural y el 24% urbano. En residuos, el 91,8% de su consumo es urbano (bajos y medios ingresos).



Tabla 4.1. Consumo de energía final según estrato y fuente - Año 2021 (tep)

Estrato	GL	LE	CV	RB	EE	Total
URBANO						
Altos Ingresos	17.857	6.983	10.766		105.112	140.718
Medios Ingresos	50.511	35.591	41.920	573	190.481	319.075
Bajos Ingresos	42.182	93.902	55.335	1.445	96.049	288.913
Subtotal	110.550	136.475	108.021	2.018	391.642	748.706
RURAL						
Altos Ingresos	7.079	22.530	7.168	51	43.096	79.923
Medios Ingresos	18.058	170.386	24.281	28	64.556	277.309
Bajos Ingresos	10.426	248.676	22.114	102	31.637	312.956
Subtotal	35.563	441.592	53.563	181	139.289	670.187
TOTAL	146.113	578.067	161.584	2.199	530.931	1.418.894

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.2. Participación de los estratos en el consumo final por fuentes - Año 2021 (%)

Estrato	GL	LE	CV	RB	EE	Total
URBANO						
Altos Ingresos	12,2	1,2	6,7		19,8	9,9
Medios Ingresos	34,6	6,2	25,9	26,1	35,9	22,5
Bajos Ingresos	28,9	16,2	34,2	65,7	18,1	20,4
Subtotal	75,7	23,6	66,9	91,8	73,8	52,8
RURAL						
Altos Ingresos	4,8	3,9	4,4	2,3	8,1	5,6
Medios Ingresos	12,4	29,5	15,0	1,3	12,2	19,5
Bajos Ingresos	7,1	43,0	13,7	4,6	6,0	22,1
Subtotal	24,3	76,4	33,1	8,2	26,2	47,2
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



4.2 Consumo de energía útil por hogar y uso según estrato

En la siguiente tabla se muestran los consumos de energía útil promedio por hogar para cada estrato de ingresos urbanos y rurales. Este indicador refleja el nivel de satisfacción de las distintas necesidades de las familias relacionadas con la energía y las asimetrías que existen entre los diferentes niveles de ingresos. Si bien aquí se presentan promedios por estrato de ingresos, de la base de datos se pueden obtener los valores para cada hogar individualmente e identificar aquellos que están por debajo de un umbral mínimo (valor a definir) que asegure la satisfacción de sus necesidades básicas.

Tabla 4.3. Consumo de energía útil por hogar según estrato y uso - Año 2021 (kep/hogar-año)

Usos	URBANO			RURAL		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Iluminación	5,7	3,5	2,3	4,2	2,6	1,6
Cocción	156,8	102,3	74,0	154,2	120,4	90,4
Calentamiento de Agua	161,3	81,1	27,3	102,8	45,7	22,1
Calefacción	3,2	0,5	0,7	1,1	0,3	0,2
Conservación Alimentos	36,7	18,8	11,5	36,1	16,5	8,9
Refrig. y Vent. de Ambientes	86,0	29,7	6,8	46,5	9,9	2,2
Bombeo de Agua	1,7	0,7	0,3	7,4	1,7	0,4
Otros Artefactos	63,6	30,7	12,1	42,3	18,1	5,8
TOTAL	515,0	267,44	135,02	394,64	215,28	131,70

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se calcularon los índices de energía útil según estrato y uso tomando el valor de Altos ingresos = 100, en forma independiente para los hogares urbanos y rurales ya que tienen modalidades de vida distintos.

Cada hogar urbano de Bajos ingresos consume, en promedio, el 26% del consumo de los Altos; y si es de Medios ingresos el 52%. El uso menos asimétrico es la cocción (Bajos 47 y Medios 65) debido a que es el consumo más básico para la subsistencia. Conservación de alimentos, iluminación y calentamiento de agua tienen un nivel de asimetría regular y el uso donde hay más diferencias entre estratos es refrigeración y ventilación de ambientes, donde Bajos ingresos consume sólo el 8% de los Altos y los Medios el 35%.



Tabla 4.4. Consumo de energía útil por hogar según estrato y uso - Año 2021 (Altos = 100)

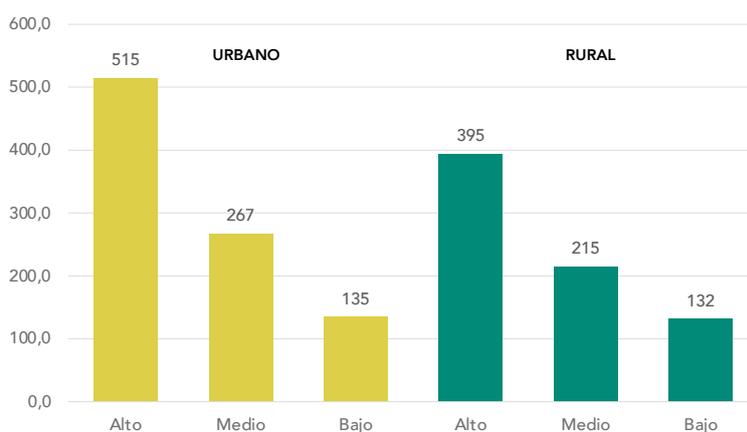
Usos	URBANO			RURAL		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Iluminación	100	62	40	100	62	38
Cocción	100	65	47	100	78	59
Calentamiento de Agua	100	50	17	100	44	21
Calefacción	100	17	23	100	29	20
Conservación Alimentos	100	51	31	100	46	25
Refrig. y Vent. de Ambientes	100	35	8	100	21	5
Bombeo de Agua	100	43	15	100	24	6
Otros Artefactos	100	48	19	100	43	14
TOTAL	100	52	26	100	55	33

Fuente: elaboración propia.

En los hogares rurales, el consumo útil promedio de Bajos representa el 33% del consumo de los Altos, y si es de Medios el 55%. El uso menos asimétrico también es la cocción (Bajos 59 y Medios 78), seguida por la iluminación cocción (Bajos 38 y Medios 62). Conservación de alimentos y calentamiento de agua tienen asimetrías intermedias; y en refrigeración y ventilación de ambientes es donde están las mayores brechas.

En el siguiente gráfico se muestra el total del consumo de energía útil promedio por hogar para cada estrato urbano y rural.

Gráfico 4.1. Consumo de energía útil por hogar según estrato - Año 2021 (kep/hogar-año)



Fuente: elaboración propia.



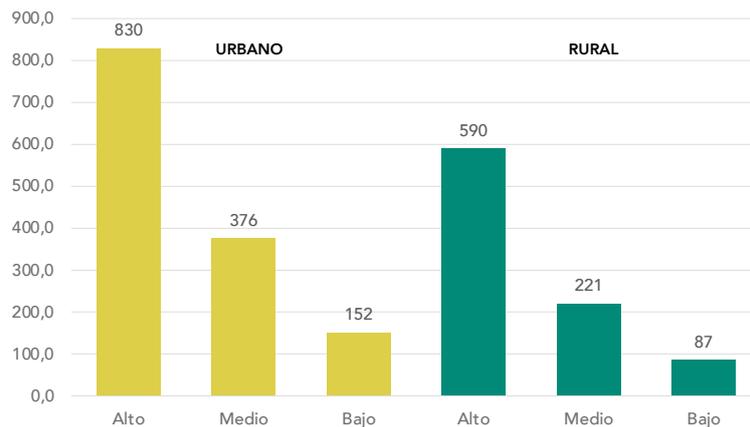
4.3 Consumo final de electricidad por hogar según estrato

Otro indicador de las asimetrías energéticas en los hogares es el consumo de electricidad por hogar según nivel de ingresos.

En los hogares urbanos, los de Altos ingresos consumieron 830 kWh/hogar-mes en promedio durante 2021; los de Medios ingresos 376 kWh/hogar-mes, es decir un 45% de los Altos; mientras que los de Bajos ingresos consumieron 152 kWh/hogar-mes, es decir un 18% del consumo de electricidad de los altos ingresos.

Mientras que los rurales Altos consumieron 590 kWh/hogar-mes; los Medios 221 kWh/hogar-mes, un 37% de los Altos; mientras que los de Bajos ingresos consumieron 87 kWh/hogar-mes, es decir un 15% del consumo de electricidad de los altos ingresos.

Gráfico 4.2. Consumo final de electricidad por hogar según estrato - Año 2021 (kWh/hogar-mes)



Fuente: elaboración propia.

Los consumos de electricidad son más asimétricos entre los estratos comparados con el consumo final total mostrados en el apartado anterior. Ello es así porque el consumo en cocción, donde predomina el gas licuado, es mucho más equitativo en su distribución comparado con los usos eléctricos.



5. Consumo final por tipo de artefacto y antigüedad

En este capítulo se presentan los consumos de energía final por uso y tipo de artefacto a nivel nacional. Del programa de procesamiento de la encuesta residencial pueden obtenerse dichos consumos desagregados por medio urbano o rural y por nivel de ingresos, por si se desea realizar un análisis más detallado.

También se presentan los consumos según antigüedad del artefacto en tres rangos: hasta 5 años inclusive, de 6 a 10 años inclusive y de más de 10 años. En el cuestionario se dio la posibilidad de indicar no sabe/no contesta, ya que generalmente en los artefactos de mayor antigüedad no se recuerda el año de compra o no se tiene en claro la antigüedad si el artefacto se recibió o adquirió usado.

La información de los consumos según la antigüedad del artefacto es importante a fin de poder estimar los rendimientos y los potenciales de ahorro de energía en cada uso por el recambio por artefactos nuevos de mayor eficiencia. Para los artefactos que consumen leña, carbón vegetal y residuos de biomasa no se preguntó la antigüedad.

De los 31.749 tep (369 GWh) de energía final consumidos en iluminación, el 63,6% fueron en lámparas de bajo consumo, el 12,5% en lámparas LED, un 12,2% en bombillos incandescentes y el resto en fluorescentes y otro tipo.

Aún queda un potencial importante de sustitución de las restantes lámparas por LED para reducir el consumo final de electricidad en el uso manteniendo la calidad de la iluminación.

*Tabla 5.1. Sector Residencial - Uso: Iluminación
Consumo de energía final por tipo de lámpara - Año 2021 (tep)*

Tipo de lámpara	FTE	Consumo	
Bajo consumo	EE	20.186	63,6%
LED	EE	3.970	12,5%
Bombillo incandescente	EE	3.881	12,2%
Fluorescente	EE	3.325	10,5%
Otro tipo	EE	387	1,2%
TOTAL		31.749	100,0%

Fuente: elaboración propia.



En la siguiente tabla se muestran los consumos en cocción por tipo de artefacto, fuente energética y antigüedad en aquellos que utilizan gas licuado y electricidad. Como se mencionó, para los artefactos a leña, carbón vegetal y residuos no se preguntó la antigüedad.

Recordamos que cocción es el principal uso de la energía del sector residencial: con 802 ktep consumidos en 2021 representó el 56,6% del consumo final total del sector. El principal artefacto en este uso es el fogón a leña que consume el 25,7% de ese total; el segundo es el uso de leña en el piso con el 19,4% del consumo final total del uso; y, en tercer lugar, aparece la cocina de gas licuado con el 15,8%.

En la última fila de la siguiente tabla se indica el subtotal de los artefactos de cocción que consumen gas licuado y electricidad, para los cuales se preguntó la antigüedad. El 63,1% del consumo de energía final ocurre en aquellos que tienen una antigüedad igual o menor a 5 años, el 25,1% se consume con una antigüedad de 6 a 10 años, el 9,7% con una antigüedad mayor a 10 años, y el 2% restante no conoce o no contestó la antigüedad de los artefactos eléctricos y a gas.

Tabla 5.2. Sector Residencial - Uso: Cocción
Consumo de energía final por tipo de artefacto - Año 2021 (tep)

Artefacto	FTE	Antigüedad (años)				NA/NC	Total	
		1 a 5	6 a 10	> a 10				
Fogón	LE	0	0	0	206.260	206.260	25,7%	
En el piso	LE	0	0	0	155.995	155.995	19,4%	
Cocina	GL	67.849	39.033	17.053	2.655	126.591	15,8%	
Brasero	CV				88.320	88.320	11,0%	
Parrilla	CV	0	0	0	55.172	55.172	6,9%	
Cocina a leña	LE	0	0	0	43.984	43.984	5,5%	
Parrilla	LE	0	0	0	37.047	37.047	4,6%	
Horno independiente	EE	14.218	4.274	487	126	19.104	2,4%	
Horno/Tatacua	LE	0	0	0	14.076	14.076	1,8%	
Hervidora de agua	EE	12.893	512	14	375	13.793	1,7%	
Inducción	EE	10.639	519	42	391	11.591	1,4%	
Horno (integrado)	GL	4.450	2.319	867	116	7.752	1,0%	
Brasero	LE				6.779	6.779	0,8%	
Cocina/Anafe	EE	2.298	370	39	0	2.706	0,3%	



Artefacto	FTE	Antigüedad (años)				Total	
		1 a 5	6 a 10	> a 10	NA/NC		
Microondas	EE	1.813	247	26	37	2.123	0,3%
Vitroc�er�mica	EE	1.973	125	0	0	2.098	0,3%
Plancha	EE	1.845	162	12	0	2.019	0,3%
Fogón	RB	0	0	0	1.986	1.986	0,2%
Trípode	LE	0	0	0	1.749	1.749	0,2%
Horno independiente	GL	756	258	0	8	1.022	0,1%
Horno (integrado)	EE	661	171	0	0	832	0,1%
Olla eléctrica	EE	364	5	0	168	537	0,1%
Freidora	EE	282	0	0	0	282	0,0%
Parrila/Grill	GL	184	0	0	0	184	0,0%
Fogón	GL	154	0	0	0	154	0,0%
Cocina	RB				96	96	0,0%
Churrasquera	GL	72	8		0	80	0,0%
Horno/Tatacua	RB	0	0	0	51	51	0,0%
En el piso	RB	0	0	0	28	28	0,0%
Arrocera	EE	7			0	7	0,0%
TOTAL		120.457	48.002	18.539	615.419	802.418	100,0%
Subtotal artefactos eléctricos y a gas		63,1%	25,1%	9,7%	2,0%	190.876	

Fuente: elaboración propia.

Calentamiento de agua es el segundo uso en importancia y representa el 16,4% del consumo de energía final total Residencial. En este uso, el principal artefacto consumidor es el fogón a leña (39,1% del consumo en el uso), artefacto diseñado para la cocción de alimentos. Le siguen en importancia el consumo con ducha eléctrica (36,4%) y el brasero a carbón vegetal (6,3%). Luego vienen el brasero a leña (4,5%), la cocina a gas (4,2) y la cocina a leña (3,6%).

En el consumo final según antigüedad del artefacto para aquellos que consumen electricidad o gas licuado, el 84,5% ocurre en artefactos iguales o menores a 5 años de antigüedad; mientras que el 9,5% entre 6 y 10 años y el 2,5% con antigüedad mayor a 10 años.



Tabla 5.3. Sector Residencial - Uso: Calentamiento de agua
Consumo de energía final por tipo de artefacto - Año 2021 (tep)

Artefacto	FTE	Antigüedad (años)			NA/NC	Total	
		1 a 5	6 a 10	> a 10			
Fogon	LE	0	0	0	90.888	90.888	39,1%
Ducha eléctrica	EE	76.636	4.293	468	3.283	84.680	36,4%
Brasero	CV				14.777	14.777	6,3%
Brasero	LE				10.568	10.568	4,5%
Cocina	GL	4.099	4.088	1.409	130	9.726	4,2%
Cocina	LE	0	0	0	8.473	8.473	3,6%
Calefón	EE	5.959	739	323	209	7.230	3,1%
Termotanque	EE	3.015	975	445	110	4.545	2,0%
Parrilla	CV	0	0	0	957	957	0,4%
Cocina	EE	293	33	0	50	376	0,2%
Termotanque	GL	271	0	0	0	271	0,1%
Calefón	GL	130	52		0	182	0,1%
Fogón	RB				39	39	0,0%
TOTAL		90.403	10.180	2.645	129.484	232.712	100,0%
Subtotal artefactos eléctricos y a gas		84,5%	9,5%	2,5%	3,5%	107.009	

Fuente: elaboración propia.

Calefacción representa sólo el 0,4% del consumo de energía final total Residencial. En este uso, el principal artefacto consumidor es el brasero a carbón vegetal (41% del consumo en el uso), artefacto diseñado para la cocción de alimentos. Le siguen en importancia la chimenea a leña (20,8%) y el aire acondicionado (18,2%). Luego vienen el uso de leña en el piso (8,8%), el fogón a leña (8,7%) y la cocina a gas (1,4%).

En el consumo final según antigüedad del artefacto para aquellos que consumen electricidad o gas licuado, el 76% ocurre en artefactos iguales o menores a 5 años de antigüedad; mientras que el 21,2% entre 6 y 10 años y el 0,7% con antigüedad mayor a 10 años.



Tabla 5.4. Sector Residencial - Uso: Calefacción
Consumo de energía final por tipo de artefacto - Año 2021 (tep)

Artefacto	FTE	Antigüedad (años)				Total	
		1 a 5	6 a 10	> a 10	NA/NC		
Brasero	CV				2.357	2.357	41,0%
Chimenea	LE				1.198	1.198	20,8%
Aire acondicionado	EE	780	233	8	23	1.045	18,2%
En el piso	LE	0	0	0	506	506	8,8%
Fogón	LE	0	0	0	503	503	8,7%
Cocina	GL	72	9		0	81	1,4%
Cocina a leña	LE	0	0	0	42	42	0,7%
Calefactor	EE	15	1	0	0	17	0,3%
Panel/Placa	EE	0	0	0	0	0	0,0%
TOTAL		868	243	8	4.629	5.748	100,0%
Subtotal artefactos eléctricos y a gas		76,0%	21,2%	0,7%	2,1%	1.143	

Fuente: elaboración propia.

Conservación de alimentos es el tercer uso en importancia del consumo final, con el 10,3% del total. En la siguiente tabla puede verse que las heladeras sin freezer son los artefactos mayoritariamente usados, cubriendo el 48,2% del consumo final del uso.

En el conjunto de los artefactos en este uso, el 52% del consumo corresponde a antigüedades iguales o menores a 5 años, y el rango siguiente de 6 a 10 años consume el 35,5% de la energía del uso.

Tabla 5.5. Sector Residencial - Uso: Conservación de alimentos
Consumo de energía final por tipo de artefacto - Año 2021 (tep)

Artefacto	FTE	Antigüedad (años)				Total	
		1 a 5	6 a 10	> a 10	NA/NC		
Heladera	EE	29.939	29.553	10.831	245	70.568	48,2%
Heladera con freezer	EE	27.390	13.575	3.151	457	44.572	30,5%
Freezer	EE	17.593	8.754	3.471	0	29.818	20,4%
Frigobar	EE	1.210	104	0	0	1.314	0,9%
TOTAL		76.132	51.986	17.453	702	146.273	100,0%
		52,0%	35,5%	11,9%	0,5%	100,0%	

Fuente: elaboración propia.



En refrigeración y ventilación de ambientes, que representa el 7,8% del consumo final total del sector, el principal artefacto es el aire acondicionado split que insume el 69,8% de la electricidad en el uso. Le sigue el ventilador de techo con el 17,9% del consumo.

El 70,3% del consumo es en aparatos de menos de 5 años de antigüedad.

Tabla 5.6. Sector Residencial - Uso: Refrigeración y ventilación
Consumo de energía final por tipo de artefacto - Año 2021 (tep)

Artefacto	FTE	Antigüedad (años)				Total	
		1 a 5	6 a 10	> a 10	NA/NC		
Aire acondicionado split	EE	56.515	17.236	1.722	1.348	76.822	69,8%
Ventilador de techo	EE	12.265	5.137	2.093	171	19.667	17,9%
Aire acondicionado de ventana	EE	3.606	2.066	1.702	0	7.375	6,7%
Ventilador otros tipos	EE	4.032	535	70	185	4.822	4,4%
Aire acondicionado central	EE	517	434		0	951	0,9%
Aire acondicionado portátil	EE	387	0	0	0	387	0,4%
TOTAL		77.323	25.408	5.588	1.705	110.024	100,0%
		70,3%	23,1%	5,1%	1,5%	100,0%	

Fuente: elaboración propia.

El consumo en bombeo de agua es marginal en Paraguay, sólo 0,2% del consumo final residencial. En las pocas bombas detectadas en la encuesta no se informó la antigüedad.

Tabla 5.7. Sector Residencial - Uso: Bombeo de agua
Consumo de energía final por tipo de artefacto - Año 2021 (tep)

Artefacto	FTE	Antigüedad (años)				Total	
		1 a 5	6 a 10	> a 10	NA/NC		
Motor eléctrico	EE				2.721	2.721	100,0%
TOTAL					2.721	2.721	100,0%
		0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%	

Fuente: elaboración propia.

En el uso otros artefactos se agrupan los restantes artefactos utilizados en el hogar y que no se remiten a ninguna de las otras categorías de usos. Los mismos responden a las más



diversas necesidades de los hogares y la fuente energética utilizada es exclusivamente electricidad, excepto las secadoras de ropa a gas. Este uso representa el 6,1% del consumo final total del sector residencial.

En la siguiente tabla se presentan los consumos de energía final de los otros artefactos por tipo. La lavadora de ropa es el principal de estos consumos con el 40,2% del total del uso, luego el televisor plano (12,1%), la secadora de ropa eléctrica (11,9%) y la plancha de ropa (10,4%). Los restantes artefactos tienen participaciones menores.

Para los otros artefactos no se preguntó por la antigüedad.

Tabla 5.8. Sector Residencial - Uso: Otros artefactos
Consumo de energía final por tipo de artefacto - Año 2021 (tep)

Artefacto	FTE	Consumo	
Lavadora de ropa	EE	35.059	40,2%
Televisor plano	EE	10.516	12,1%
Secadora de ropa	EE	10.419	11,9%
Plancha de ropa	EE	9.053	10,4%
Televisor de tubo	EE	3.604	4,1%
Cafetera eléctrica	EE	3.596	4,1%
Equipo de sonido	EE	3.487	4,0%
Computador a de escritorio	EE	2.761	3,2%
Secador de pelo	EE	2.551	2,9%
Mixtera/Waflera	EE	1.389	1,6%
Licuada	EE	1.307	1,5%
Compresor	EE	602	0,7%
Lavadora de platos	EE	548	0,6%
Batidora	EE	426	0,5%
Aspiradora	EE	349	0,4%
Cortadora de césped	EE	270	0,3%
Extractor de aire	EE	252	0,3%
Tostadora	EE	250	0,3%
Procesador de alimentos	EE	200	0,2%
Impresora	EE	162	0,2%



Artefacto	FTE	Consumo	
Pulidora	EE	128	0,1%
Máquina de coser	EE	107	0,1%
Secadora de ropa	GL	69	0,1%
Plancha de cabello	EE	49	0,1%
Taladro eléctrico	EE	43	0,0%
Extractor de jugos	EE	25	0,0%
Amoladora	EE	10	0,0%
Sierra	EE	10	0,0%
Soldadora	EE	3	0,0%
Fotocopiadora	EE	0	0,0%
TOTAL		87.249	100,0%

Fuente: elaboración propia.



6. Parque de artefactos y porcentaje de hogares que los disponen

En este capítulo se presenta la cantidad de artefactos según uso, tipo y fuente energética, existentes en el sector Residencial. En cada caso, excepto en iluminación, se indica también el porcentaje de hogares que disponen³ al menos de un artefacto del tipo y fuente sobre el total de hogares de Paraguay. Acá, también, el programa de procesamiento de las encuestas permite obtener la cantidad de artefactos por área y estrato por si se quiere realizar un análisis más detallado.

Conocer el parque de artefactos es necesario para estimar una cantidad potencial de recambio por artefactos de mayor eficiencia.

En 2021 existían en los hogares de Paraguay una cantidad total de 15,4 millones de lámparas, lo que da un promedio de 7,9 lámparas/hogar. Del total, el 70,3% son lámparas bajo consumo y el 20,3% son LED. El 9,4% restante son bombillos incandescentes, tubos fluorescentes y de otro tipo. Puede decirse que en el país aún hay un potencial significativo para sustituir por lámparas más eficientes, como se desprende de la siguiente tabla.

*Tabla 6.1. Sector Residencial - Uso: Iluminación
Cantidad de lámparas por tipo - Año 2021 (unidades)*

Tipo de lámpara	FTE	Unidades	
Bajo consumo	EE	10.796.820	70,3%
LED	EE	3.116.630	20,3%
Fluorescente	EE	896.700	5,8%
Bombillo incandescente	EE	496.951	3,2%
Otro tipo	EE	48.928	0,3%
TOTAL		15.356.029	100,0%

Fuente: elaboración propia.

³ La Encuesta Permanente de Hogares Continua (EPHC) del año 2021, realizada por el INE, releva la disponibilidad de varios artefactos de uso durable en los hogares y se observan algunas diferencias en el porcentaje de hogares que los disponen en relación con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Si bien no se pretende realizar un análisis en profundidad de los motivos de dichas diferencias, es de mencionar que se partió de distintos marcos muestrales y también la forma de estratificación y expansión de las muestras ha sido distinta.



En el uso cocción, la cocina a gas licuado es el artefacto más difundido, con 1,3 millones de artefactos, y lo disponen en promedio el 67,5% de los hogares (ver la siguiente tabla). En segundo término, los hornos eléctricos independientes son 0,91 millones de artefactos (46,7% de los hogares lo poseen).

El tercer artefacto en cantidad es la hervidora de agua, son 648 mil artefactos y lo disponen el 33,2% de los hogares.

Luego viene la cocina a inducción con 531 mil unidades y lo utilizan en el 27,2% del total de hogares de Paraguay.

*Tabla 6.2. Sector Residencial - Uso: Cocción
Cantidad de artefactos por tipo - Año 2021 (unidades)*

Artefacto	FTE	Unidades	% hogares
Cocina	GL	1.314.643	67,5%
Horno independiente	EE	908.039	46,7%
Hervidora de agua	EE	648.580	33,2%
Inducción	EE	531.227	27,2%
Parrilla	CV	522.786	27,0%
Brasero	CV	488.529	25,2%
Microondas	EE	344.721	17,8%
Fogón	LE	301.993	15,4%
Horno (integrado)	GL	297.791	15,2%
En el piso	LE	246.851	12,7%
Plancha	EE	114.607	5,9%
Cocina a leña	LE	91.821	4,7%
Parrilla	LE	70.069	3,6%
Cocina/Anafe	EE	60.736	3,0%
Horno/Tatacua	LE	54.051	2,8%
Vitrocerámica	EE	50.704	2,6%
Olla eléctrica	EE	43.533	2,2%
Horno (integrado)	EE	30.434	1,6%
Brasero	LE	23.791	1,2%
Horno independiente	GL	21.944	1,1%
Freidora	EE	14.805	0,8%



Artefacto	FTE	Unidades	% hogares
Fogón	RB	6.982	0,4%
Trípode	LE	2.660	0,1%
Arrocera	EE	2.523	0,1%
Churrasquera	GL	2.435	0,1%
Cocina	RB	2.182	0,1%
Parrila/Grill	GL	2.046	0,1%
En el piso	RB	1.275	0,1%
Horno/Tatacua	RB	1.160	0,1%
Fogón	GL	1.023	0,1%

Fuente: elaboración propia.

En calentamiento de agua sanitaria, la ducha eléctrica es el artefacto más utilizado. Los hogares utilizan 1,2 millones de ellas en este uso, que significa que en el 60,8% de los hogares utilizan esta modalidad. Le siguen, en cantidades mucho menores, el fogón a leña con 272 mil unidades y la cocina a gas con 257 mil.

Tabla 6.3. Sector Residencial - Uso: Calentamiento de Agua
Cantidad de artefactos por tipo - Año 2021 (unidades)

Artefacto	FTE	Unidades	% hogares
Ducha eléctrica	EE	1.248.002	60,8%
Fogon	LE	272.416	14,1%
Cocina	GL	257.151	13,1%
Brasero	CV	136.380	6,9%
Calefón	EE	58.389	2,6%
Cocina	LE	45.738	2,4%
Termotanque	EE	44.315	2,2%
Brasero	LE	35.777	1,8%
Cocina	EE	14.803	0,8%
Parrilla	CV	14.559	0,8%
Calefón	GL	6.505	0,3%
Fogón	RB	1.500	0,1%
Termotanque	GL	1.023	0,1%

Fuente: elaboración propia.



En calefacción, el aire acondicionado es el artefacto más utilizado. Los hogares utilizan 492 mil de ellos en este uso, que significa que en el 15,7% de los hogares utilizan esta modalidad. Le siguen, en cantidades mucho menores, el brasero a carbón vegetal con 35 mil unidades y el calefactor eléctrico con 29 mil.

*Tabla 6.4. Sector Residencial - Uso: Calefacción
Cantidad de artefactos por tipo - Año 2021 (unidades)*

Artefacto	FTE	Unidades	% hogares
Aire acondicionado	EE	491.716	15,7%
Brasero	CV	34.761	1,8%
Calefactor	EE	28.700	1,3%
Fogón	LE	26.472	1,4%
En el piso	LE	16.350	0,8%
Chimenea	LE	15.691	0,7%
Cocina a leña	LE	5.550	0,3%
Cocina	GL	2.183	0,1%
Panel/Placa	EE	1.275	0,1%

Fuente: elaboración propia.

El principal artefacto en conservación de alimentos es la heladera: hay 1,3 millones de artefactos en el 67,2% de los hogares paraguayos. Si a estas le sumamos las 576 mil heladeras con freezer daría aproximadamente que al menos el 94,7% de los hogares tiene artefactos de conservación de alimentos.

*Tabla 6.5. Sector Residencial - Uso: Conservación de Alimentos
Cantidad de artefactos por tipo - Año 2021 (unidades)*

Artefacto	FTE	Unidades	% hogares
Heladera	EE	1.354.014	67,2%
Heladera con freezer	EE	576.091	27,5%
Freezer	EE	381.615	17,0%
Frigobar	EE	17.533	0,7%

Fuente: elaboración propia.



El ventilador de techo es el artefacto más difundido en refrigeración y ventilación de ambientes, existen 2,4 millones de ellos en el 58,4% de los hogares, lo que significa que hay en promedio 1,2 ventiladores por hogar que lo disponen. Le sigue el aire acondicionado split con 1,3 millones de unidades en el 42,3% de los hogares y los ventiladores de otro tipo con 890 mil unidades (37,6% de los hogares).

Se observa un alto potencial de mercado para los aires acondicionados.

Tabla 6.6. Sector Residencial - Uso: Refrigeración y Ventilación de Ambientes
Cantidad de artefactos por tipo - Año 2021 (unidades)

Artefacto	FTE	Unidades	% hogares
Ventilador de techo	EE	2.414.421	58,4%
Aire acondicionado split	EE	1.308.056	42,3%
Ventilador otros tipos	EE	889.601	37,6%
Aire acondicionado de ventana	EE	138.893	4,7%
Aire acondicionado portátil	EE	14.264	0,3%
Aire acondicionado central	EE	8.074	0,4%

Fuente: elaboración propia.

Se detectaron muy pocas bombas, que expandidas las muestras da un total de 136 mil equipos en el 6,7% de los hogares.

Tabla 6.7. Sector Residencial - Uso: Bombeo de Agua
Cantidad de artefactos por tipo - Año 2021 (unidades)

Artefacto	FTE	Unidades	% hogares
Motor eléctrico	EE	136.432	6,7%

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestra el parque total de otros artefactos por tipo. Se estima que existen en los hogares paraguayos 1,6 millones de lavadoras de ropa (83,1% de los hogares) y 1,6 millones de televisores planos (65,3% de los hogares).

El tercer artefacto más difundido es la licuadora, con un total de 1,3 millones de ellas y, por lo tanto, el 67,7% de los hogares disponen de licuadora. El cuarto artefacto más difundido es la plancha, con un total de 1,2 millones de ellas y el 63,5% de los hogares disponen de la misma.



Los restantes y variados tipo de artefactos incluidos en este uso tienen menor difusión, como se aprecia en la tabla.

*Tabla 6.8. Sector Residencial - Uso: Otros Artefactos
Cantidad de artefactos por tipo - Año 2021 (unidades)*

Artefacto	FTE	Unidades	% hogares
Lavadora de ropa	EE	1.633.273	83,1%
Televisor plano	EE	1.599.616	65,3%
Licuada	EE	1.316.456	67,7%
Plancha de ropa	EE	1.233.917	63,5%
Equipo de sonido	EE	809.749	40,9%
Secadora de ropa	EE	536.754	27,7%
Televisor de tubo	EE	533.896	26,0%
Mixtera/Waflera	EE	503.042	25,9%
Secador de pelo	EE	469.919	23,8%
Batidora	EE	425.818	22,0%
Plancha de cabello	EE	416.231	21,2%
Computador a de escritorio	EE	239.480	11,4%
Cafetera eléctrica	EE	196.774	10,2%
Impresora	EE	179.622	9,0%
Procesador de alimentos	EE	100.493	5,1%
Tostadora	EE	91.345	4,7%
Máquina de coser	EE	84.600	3,7%
Aspiradora	EE	82.344	4,3%
Extractor de jugos	EE	67.237	3,5%
Cortadora de césped	EE	62.738	3,1%
Taladro eléctrico	EE	58.680	3,0%
Extractor de aire	EE	23.534	1,2%
Lavadora de platos	EE	11.824	0,6%
Pulidora	EE	4.365	0,2%
Compresor	EE	4.364	0,2%
Amoladora	EE	3.457	0,2%
Sierra	EE	3.457	0,2%
Secadora de ropa	GL	3.321	0,2%
Fotocopiadora	EE	1.275	0,1%
Soldadora	EE	1.160	0,1%

Fuente: elaboración propia.



7. Autoproducción de electricidad

En la encuesta realizada se ha detectado un solo hogar con panel fotovoltaico. Es decir que es un equipo muy poco difundido en el sector Residencial de Paraguay.

También se detectaron sólo cinco generadores - uno a nafta de 2 kW y cinco diésel de 2,5 a 30 kW -, y en todos los casos eran para emergencia ante cortes en el suministro de la red con muy pocas horas anuales de funcionamiento. Por ello es que esta generación, en términos de kWh, resulta insignificante.

Debido a la muy baja cantidad de equipos detectados no se realizó la expansión de estos.



8. Consumo de energía y género

8.1 Introducción

El presente Capítulo tiene como objetivo realizar una primera aproximación al análisis de los consumos energéticos realizados en los hogares de Paraguay desde una perspectiva de género.

La relevancia de la incorporación de dicho enfoque deriva del hecho, reciente e incipientemente advertido, de que las cuestiones ligadas a la energía no son neutrales en términos de género.

Es sabido, que todas las personas necesitan energía para desarrollar las más diversas actividades cotidianas, desde las actividades productivas, pasando por desplazarse, hasta actividades reproductivas como la preparación de alimentos en el ámbito hogareño. En términos cuantitativos y cualitativos estas necesidades varían en función de la actividad que se realice, el contexto y también el género.

Mujeres y hombres desempeñan distintos roles socioculturales, roles que se han ido moldeando históricamente en cada sociedad. Las inequidades que hoy en día se observan en su seno son el resultado de dicho proceso histórico. En el marco de la satisfacción de las necesidades humanas de los hogares y en virtud de la relación entre inequidades de género y la energía obviamente que modificaciones vinculadas a la energía no pueden anular estas inequidades. Lo que sí puede hacer la energía es contribuir a atenuarlas en la medida en que, por un lado, las mujeres son quienes dedican la mayor parte del tiempo a realizar las tareas en el hogar mediadas por el consumo de energía y los correspondientes artefactos y, por otro, la calidad de las fuentes energéticas y los artefactos asociados para la satisfacción de las diversas necesidades facilita significativamente la realización de dichas tareas.

En este estudio, nos enfocaremos en aquellos usos de la energía asociados a las tareas que más tiempo demandan a las mujeres: la cocción de alimentos y el calentamiento de agua sanitaria. Los restantes usos -iluminación, conservación de alimentos, refrigeración y ventilación de ambientes, bombeo de agua y otros artefactos-, por una parte, no requieren un tiempo especial de las mujeres para su concesión y, por otra, son cautivos de la electricidad, la fuente de mayor calidad. Si bien estos usos de la electricidad no entran en el presente análisis de género, la disponibilidad y asequibilidad de la electricidad y



estos artefactos mejoran considerablemente la calidad de vida en los hogares. Otras tareas realizadas principalmente por las mujeres, como el cuidado de niños, ancianos y enfermos se ven facilitadas por el uso de dichos artefactos. Dejamos este análisis para estudios ulteriores profundizando el análisis de la relación entre energía y género.

En lo que sigue, se analizarán los resultados de la encuesta sobre *Consumo y Usos de la Energía en el sector Residencial* para echar luz sobre algunos aspectos que hacen a los consumos energéticos en Paraguay desde una perspectiva de género.

En primer lugar, se analizará la división sexual del trabajo doméstico, a partir de la observación de las horas promedio dedicadas a tareas del hogar por sexo, mediadas por distintos artefactos energéticos. En segundo lugar, se analizará la Inequidad de Género vinculada con la Energía en los hogares (IGE). Posteriormente, el foco se centrará en la participación de distintas fuentes de energía en los usos de cocción de alimentos, calentamiento de agua y calefacción, poniendo especial atención al tiempo dedicado por hombres y mujeres a la recolección de leña.

Para finalizar se compartirán conclusiones distinguiendo entre aquellas vinculadas al proceso de recolección de datos y otras que se desprenden del análisis de los datos arrojados por encuesta.

8.2 División sexual del trabajo doméstico mediada por artefactos energéticos en Paraguay

La división sexual del trabajo se relaciona con un proceso no natural, pero sí, naturalizado, de asignación de tareas y responsabilidades diferenciales a hombres y mujeres en el ámbito hogareño, laboral extradomiciliario y de la sociedad en general, de acuerdo a ciertos patrones que se consideran válidos en distintos contextos.

Partiendo de este supuesto, el análisis apuntará a visibilizar los rasgos particulares que adquiere la división del sexual del trabajo mediada por artefactos y/o fuentes de energía en contextos urbanos y rurales en distintos estratos sociales.

Según la encuesta sobre *Consumo y Usos de la Energía*, tanto en los sectores urbanos como rurales, se observa una marcada asimetría en la distribución de las tareas domésticas mediadas por artefactos consumidores de energía, siendo las mujeres quienes destinan más cantidad de tiempo a las mismas. Las mujeres de las zonas rurales de estratos socioeconómicos altos son las que más tiempo dedican a estas tareas, dedicando diariamente casi 4 horas y media a las mismas. Por su parte, las mujeres de los estratos



altos urbanos dedican aproximadamente 3 horas y media. Esta diferencia podría deberse, entre otras cosas, a la posibilidad de tercerización de algunas de dichas actividades. En el ámbito urbano, son las mujeres de los sectores medios las que dedican más tiempo, alcanzado casi 4 horas diarias abocadas a las tareas domésticas.

El análisis por estratos sociales alto, medio y bajo urbanos no arroja diferencias sustantivas entre ellos, observándose en una profunda desigualdad en la distribución de las tareas domésticas entre mujeres y hombres.

Así, del tiempo total dedicado a tareas domésticas en los hogares urbanos tales como cocinar, lavar la vajilla, lavar la ropa, limpiar la vivienda y planchar, las mujeres dedican el 90 % en el caso de los estratos altos, el 91% en los estratos medios y 83% en los estratos bajos.

Tanto en los sectores urbanos como en los rurales, es en los estratos bajos donde se registra el menor nivel de desigualdad, variando entre los estratos las actividades donde existe una distribución de tareas menos desigual. Así, en los estratos altos, la tarea de cocinar y el lavado de vajilla, son tareas en las que el 12% del tiempo total dedicado a las mismas es ofrecido por hombres. En los estratos medios, por su parte, la actividad en la cual los hombres comparativamente se dedican más es la limpieza de la vivienda, ocupándose del 13% del tiempo total que lleva dicha actividad, frente a un 87% del tiempo que insume esa tarea que es llevada adelante por mujeres. En el caso de los estratos bajos rurales, se evidencia una participación similar en la dedicación de tiempo a cada tarea, siendo el planchado la tarea en la que existe una desigualdad menor y el lavado de ropa, una desigualdad mayor, aunque varían una y otra solo en 3 puntos porcentuales (86% de tiempo total de lavado de ropa dedicado por mujeres y 82% en el caso del planchado, también para el caso de las mujeres).

En todos los estratos y tanto en el ámbito urbano como en el rural, la actividad que mayor tiempo insume (con aproximadamente el 35% del tiempo total destinado a tareas domésticas) y que es mayoritariamente desempeñada por mujeres es cocinar. De la observación del tiempo total destinado a esta actividad, en el estrato alto urbano el 88% es puesto por las mujeres, en los estratos medios urbanos se trata del 92% y en los estratos bajos el 84% del tiempo total destinado a cocinar es dedicado por las mujeres de los estratos bajos en el ámbito urbano.

Al observar al interior de los sectores altos urbanos, se evidencia que, del total de tiempo destinado a cocinar, el 88% del tiempo es ofrecido por las mujeres, siendo también las que brindan el 95% del tiempo de lavado de ropa. En el caso del lavado de la vajilla y de la limpieza de la vivienda, las mujeres son las responsables del 88% y 89% del tiempo total destinado a dichas tareas, siendo el planchado de ropa, la tarea que menos tiempo insume (ya que representa el 6% del total de tiempo destinado a quehaceres domésticos).



En el caso de los sectores medios urbanos, se observa que el 91% del tiempo total de trabajo doméstico mediado por artefactos que requieren de diversas fuentes de energía es dedicado por las mujeres, en contraste con un 9% destinado por hombres.

El 32% de ese tiempo, es ocupado por la tarea de cocinar, seguido por un 19% del tiempo destinado al lavado de vajilla, un 27% ocupado en limpieza de la vivienda, y un 16% al lavado de ropa. Atendiendo a la distribución de la carga de trabajo doméstico entre hombres y mujeres, se advierte que el 95% del tiempo dedicado al lavado de ropa y el 92% del tiempo destinado a cocinar, son tiempos ocupados de las mujeres; a su vez el 90% del tiempo de lavado de vajilla es puesto por las mujeres como así también el 87% del tiempo de limpieza de la vivienda, siendo el planchado de ropa, una actividad en la cual el 93% del tiempo dedicado a la misma es realizada por mujeres.

En los estratos urbanos socioeconómicamente bajos, también la actividad que más tiempo ocupa es cocinar, siendo el 34% del tiempo total destinado a tareas domésticas. Dentro de ese 34%, el 84% es tiempo dedicado por mujeres. La limpieza de la vivienda concentra el 26% del tiempo total dedicado a tareas domésticas, cubriendo las mujeres el 83% de ese tiempo. El planchado de ropa, que involucra el 5% del tiempo total dedicado a tareas domésticas se distribuye en un 82% del tiempo dedicado por mujeres frente a 18% por hombres. El 86% del tiempo dedicado a lavado de ropa, es también tiempo destinado por las mujeres. El lavado de vajilla se constituye en la actividad con menor brecha, pese a tratarse de una distancia altamente significativa ya que el 20% del tiempo total es tiempo dedicado por hombres, en contraste con el 80% puesto por las mujeres.



Tabla 8.1. Horas promedio diarias dedicadas a las tareas del hogar según sexo y estrato en contextos urbanos y rurales

URBANO - ALTOS					
Tarea	TOTAL	MUJERES	HOMBRES	Tarea	Mujeres
Cocinar	01:14	01:05	00:09	33%	88%
Lavado de la ropa	00:37	00:35	00:02	17%	95%
Lavado de la vajilla	00:41	00:36	00:05	19%	88%
Limpieza de la vivienda	00:55	00:49	00:06	25%	89%
Planchado de la ropa	00:14	00:13	00:01	6%	93%
Total	03:41	03:18	00:23	100%	90%
	100%	90%	10%		

URBANO - MEDIOS					
Tarea	TOTAL	MUJERES	HOMBRES	Tarea	Mujeres
Cocinar	01:25	01:18	00:07	32%	92%
Lavado de la ropa	00:42	00:40	00:02	16%	95%
Lavado de la vajilla	00:50	00:45	00:05	19%	90%
Limpieza de la vivienda	01:10	01:01	00:09	27%	87%
Planchado de la ropa	00:15	00:14	00:01	6%	93%
Total	04:22	03:58	00:24	100%	91%
	100%	91%	9%		

URBANO - BAJOS					
Tarea	TOTAL	MUJERES	HOMBRES	Tarea	Mujeres
Cocinar	01:17	01:05	00:12	34%	84%
Lavado de la ropa	00:37	00:32	00:05	16%	86%
Lavado de la vajilla	00:44	00:35	00:09	19%	80%
Limpieza de la vivienda	01:00	00:50	00:10	26%	83%
Planchado de la ropa	00:11	00:09	00:02	5%	82%
Total	03:49	03:11	00:38	100%	83%
	100%	83%	17%		



RURAL - ALTOS					
Tarea	TOTAL	MUJERES	HOMBRES	Tarea	Mujeres
Cocinar	01:44	01:38	00:06	36%	94%
Lavado de la ropa	00:52	00:49	00:03	18%	94%
Lavado de la vajilla	00:57	00:48	00:09	20%	84%
Limpieza de la vivienda	01:02	00:55	00:07	21%	89%
Planchado de la ropa	00:17	00:16	00:01	6%	94%
Total	04:52	04:26	00:26	100%	91%
	100%	91%	9%		

RURAL - MEDIOS					
Tarea	TOTAL	MUJERES	HOMBRES	Tarea	Mujeres
Cocinar	01:35	01:31	00:04	37%	96%
Lavado de la ropa	00:44	00:42	00:02	17%	95%
Lavado de la vajilla	00:48	00:46	00:02	19%	96%
Limpieza de la vivienda	00:58	00:54	00:04	23%	93%
Planchado de la ropa	00:12	00:12	00:00	5%	100%
Total	04:17	04:05	00:12	100%	95%
	100%	95%	5%		

RURAL - BAJOS					
Tarea	TOTAL	MUJERES	HOMBRES	Tarea	Mujeres
Cocinar	01:32	01:22	00:10	38%	89%
Lavado de la ropa	00:44	00:40	00:04	18%	91%
Lavado de la vajilla	00:42	00:36	00:06	18%	86%
Limpieza de la vivienda	00:58	00:50	00:08	24%	86%
Planchado de la ropa	00:04	00:04	00:00	2%	100%
Total	04:00	03:32	00:28	100%	88%
	100%	88%	12%		

Fuente: elaboración propia.



Tal como puede advertirse en la tabla precedente, en los sectores rurales la distribución de tareas domésticas mantiene la brecha de género. En los estratos rurales altos, de la carga total de tiempo destinado a tareas domésticas, un 91% del tiempo es dedicado por mujeres, frente a un 9% de los hombres. En la misma línea observada en los sectores urbanos, la tarea de cocinar es la que más tiempo demanda, concentrando el 36% del tiempo de trabajo doméstico total. La limpieza de la vivienda insume el 21% de ese tiempo, ocupándose las mujeres del 89% del tiempo de limpieza frente a un 11% del tiempo dedicado por hombres. El planchado resulta una actividad desempeñada en un 94% por las mujeres en los estratos altos. En cuanto al lavado de ropa, las mujeres son quienes destinan el 94% del tiempo dedicado a esa actividad. Tal como observamos en los otros estratos, el lavado de vajilla es la actividad menos desigual, ya que las mujeres dedican el 84% del tiempo total insumida por la misma, en contraste con el 16% dedicado por hombres, resultando así la menor brecha observada.

En contextos rurales, la distribución más asimétrica del total del tiempo destinado a tareas domésticas se registra también en los estratos medios, ocupándose las mujeres el 95% del tiempo total frente a un 5% del tiempo dedicado por los hombres. La actividad que más tiempo demanda vinculada a consumos energéticos también es la de cocinar, destinando las mujeres el 96% del tiempo que se le dedica a la misma. En orden de mayor a menor cantidad de tiempo dedicada, sigue la limpieza de la vivienda, ya que ocupa el 23% del tiempo total. En este caso, el 93% del tiempo utilizado en dicha tarea es dedicado por las mujeres. Por su parte, el lavado de vajilla que insume el 19 % del tiempo total dedicado a tareas domésticas mediadas por artefactos que requieren de distintas fuentes de energía, involucra una dedicación que es llevada adelante en un 96% por mujeres, seguido por el lavado de ropa, actividad que es desempeñada casi de manera exclusiva por las mujeres, dado que el 95% del tiempo dedicado a la misma, es tiempo que ponen/ofrecen las mujeres. La actividad que concentra menor proporción de tiempo, también en este estrato y contexto, es el planchado (5% del tiempo total dedicado a tareas domésticas), ocupándose en los sectores medios las mujeres en su totalidad.

En los estratos bajos de contextos rurales, se registra la brecha menos marcada en la distribución de la carga de tiempo dedicada a tareas domésticas, si bien la situación está muy lejos de acercarse a la paridad, se observa que las mujeres dedican el 88% del tiempo total que demandan las tareas domésticas frente a un 12% de los hombres. La cocina, sigue siendo la actividad que mayor tiempo requiere, ocupando casi el 40% del tiempo total destinado a quehaceres domésticos mediados por artefactos energéticos. En este punto, las mujeres se ocupan del 89% de ese tiempo, mientras los hombres del 11%. Del total de tiempo dedicado al lavado de ropa, las mujeres se ocupan del 91%, en el caso de la limpieza de la vivienda, las mujeres se ocupan del 86% de ese tiempo y los hombres del 14%. Por su parte, la tarea de lavar la vajilla, que insume el 18% del tiempo total, es asumida en un 86% por las mujeres y en un 14% por los hombres. Finalmente, el planchado de ropa, al igual que en el estrato rural medio, es una tarea desarrollada exclusivamente por mujeres.



8.3 Inequidad de género relacionada con la energía

Analizando al interior de los hogares y habiendo identificado la presencia de inequidad de género relacionada con la energía (IGE) cuando las horas dedicadas por las mujeres a la realización de las tareas consideradas son mayores que las de los hombres, se observa que, tanto en los sectores urbanos como en los rurales en promedio, se registra un 72% de hogares con IGE. Al profundizar en el análisis por estrato, se pone en evidencia que, en el ámbito urbano, en los sectores medios se registra mayor cantidad de hogares con IGE, alcanzando casi el 76% de los mismos, contrastando con un 67% de IGE en los hogares de los sectores bajos urbanos y 65% en los sectores altos urbanos.

En contextos urbanos, la mayor presencia de hogares con IGE se registra en los sectores altos, por oposición a los bajos, donde la inequidad de género relacionada con la energía alcanza al 77% de los hogares.

Tabla 8.2. Hogares con inequidad de género relacionada con la energía (IGE)

Estrato	Hogares con IGE (n°)	Total de Hogares (n°)	IGE/Total
URBANO			
Altos	79.794	122.763	65%
Medios	373.122	491.053	76%
Bajos	409.200	613.816	67%
Subtotal	862.116	1.227.632	70%
RURAL			
Altos	60.320	70.778	85%
Medios	232.050	283.112	82%
Bajos	273.000	353.890	77%
Subtotal	565.370	707.780	80%
TOTAL	1.427.486	1.935.412	74%

Nota: se considera hogares con IGE cuando las horas dedicadas por las mujeres son mayores a las de los hombres.

Fuente: elaboración propia.

Los hogares con IGE sin acceso al GLP y que no cocinan con electricidad son los que cocinan con leña o carbón vegetal y, eventualmente, con residuos. Al ser la cocción uno de los usos más básicos y el que mayor tiempo de realización requiere, constituyen casos en los cuales la fuente de energía agrava la inequidad de género. En el caso de las zonas urbanas, en los estratos socioeconómicamente bajos, esta situación se presenta en el 10%



de los hogares con IGE, mientras que, en contextos rurales, casi un tercio de los hogares registra esta situación, que se agudiza en los estratos bajos donde casi la mitad de los hogares con IGE presentan esta condición, es decir, utilizan leña para la cocción de los alimentos.

Tabla 8.3. Cocción en hogares con IGE sin acceso al GLP y que no cocinan con electricidad

Estrato	Hogares c/IGE sin GLP ni EE en cocción (n°)	Hogares con IGE (n°)	IGE sin GLP ni EE/Total IGE
URBANO			
Altos	1.023	79.794	1%
Medios	4.364	373.122	1%
Bajos	42.900	409.200	10%
Subtotal	48.287	862.116	6%
RURAL			
Altos	2.320	60.320	4%
Medios	33.150	232.050	14%
Bajos	130.500	273.000	48%
Subtotal	165.970	565.370	29%
TOTAL	214.257	1.427.486	15%

Fuente: elaboración propia.

8.4 Fuentes energéticas utilizadas en los usos cocción, calentamiento de agua y calefacción

La calidad de las fuentes energéticas y los artefactos asociados inciden directamente en la reducción de las asimetrías de género. Esto se manifiesta más intensamente en los usos calóricos de la energía: cocción, calentamiento de agua y calefacción.

El análisis de la participación de las distintas fuentes de energía en el uso para cocción pone en evidencia que, en las zonas urbanas, la leña tiene una participación en el uso del 31,9% en los distintos estratos, acentuándose su participación en los estratos bajos, donde se registra una participación del 44%.

En este punto cabe recordar que, siendo la tarea de cocinar una actividad casi exclusivamente realizada por mujeres, el uso de leña implica un tiempo de gestión de la misma que se agrega al acto de elaboración/cocción de alimentos, tiempos que se restan a las posibilidades de desarrollo de las mujeres en otras esferas.



Al observar al interior de los estratos, se pone de manifiesto que en el caso de los altos, la mayor participación es del GLP, con 38% de participación, frente a un 25,3% de la energía eléctrica, un 24% de participación del carbón vegetal y un 12,7% de la leña, siempre en relación al uso cocción.

En los sectores medios urbanos, la participación del 34,7% del GLP es seguida por un 28% de participación del carbón vegetal y un 22,2% de leña, seguida por casi un 15% de participación de la electricidad en el uso cocción, siendo prácticamente nula participación de residuos para dicho uso en los estratos medios urbanos.

Respecto de los estratos bajos urbanos, se observa una participación preponderante de la leña para el uso cocción, siendo de un 44%, seguida por un 27,6% de participación del carbón vegetal, implicando más de un 70% de participación entre leña y carbón vegetal para este uso. Por su parte, la participación del GLP en el uso para cocción es del 22% siendo marginal la participación de la energía eléctrica, que no alcanza los 6 puntos porcentuales.

En el ámbito rural, la participación de la leña en el uso para cocción, asciende a casi 80% (78,9%) contemplando los distintos estratos. En los estratos bajos, dicha participación alcanza al 86,5%, que se complementa con un 4,4% de participación del GLP y un 8% de carbón vegetal, observándose una participación de apenas el 1% de la energía eléctrica destinada a cocción de alimentos. En los estratos medios rurales, la participación de la leña sigue siendo muy significativa, con casi un 75% frente a casi un 12% del carbón vegetal y un 9,3% de participación del GLP y algo menos de un 4% de energía eléctrica en el uso para cocción de alimentos.

En los estratos altos de contextos rurales, la participación de leña en el uso cocción sigue siendo preponderante con algo más del 50%, siendo complementada por GLP, CV y EE en proporciones similares: con un 17,4% de GLP, 16,4% de participación del carbón vegetal y casi un 14% de EE.



Tabla 4. Participación de las fuentes en el uso cocción (%)

Estrato	GLP	LE	CV	RB	EE	Total
URBANO						
Altos	38,0	12,7	24,0	0,0	25,3	100,0
Medios	34,7	22,2	28,0	0,4	14,6	100,0
Bajos	22,0	44,0	27,6	0,8	5,6	100,0
Subtotal	28,8	31,9	27,3	0,6	11,4	100,0
RURAL						
Altos	17,4	52,6	16,4	0,1	13,6	100,0
Medios	9,3	74,8	11,9	0,0	3,9	100,0
Bajos	4,4	86,5	8,1	0,0	1,0	100,0
Subtotal	7,5	78,9	10,4	0,0	3,2	100,0
TOTAL	16,9	58,1	17,9	0,3	6,9	100,0

Fuente: elaboración propia.

Puede apreciarse en los resultados mostrados en la tabla precedente que los hogares rurales tienen un uso muy superior de leña en cocción en relación con los urbanos; y dentro de cada área, los estratos bajos consumen mucha más leña. Ello agrava las situaciones de pobreza producto de la contaminación, produciendo también afecciones de salud respiratorias, oculares y dermatológicas que padecen principalmente las mujeres y niños, tal como ha sido señalado por diversos estudios.⁴

En el uso calentamiento de agua no inciden tanto los aspectos culturales o los hábitos como en la cocción. El agua caliente sanitaria no varía en sus cualidades como producto, sea producida por GLP, electricidad o leña. Acá, marcadamente, la diferencia entre de las fuentes está dada por la facilidad de su manejo y la economía de tiempo. Es decir, la calidad de la fuente, y con ello la disminución de las asimetrías de género, es muy superior en la electricidad respecto al GLP, y de estas dos en relación con la leña.

Respecto de las fuentes para calentamiento de agua se observa que en el ámbito urbano la energía eléctrica tiene una participación del 67,2%, que se encuentra estratificada socioeconómicamente. Así, en los estratos altos urbanos, la participación casi alcanza el 90%, descendiendo en los estratos medios al 78% y no alcanzando el 40% de participación en el uso calentamiento de agua, en los sectores bajos. Respecto de estos últimos, la mayor

4 Ver: Troncoso, Karin, Smith, Kirk R., Tagle, Matías, Galeano, Aida, Torres, Ricardo, & Soares da Silva, Agnes. (2018). Afecciones respiratorias por el uso de leña y carbón en comunidades de Paraguay. *Pediatría (Asunción)*, 45(1), 45-52. <https://doi.org/10.31698/ped.45012018006>



participación, con el 41% se da con el uso de leña, frente a un 12,6% de participación del uso de Carbón y casi un 9% de GLP.

Las diferencias significativas se observan al interior de los distintos estratos, así en el caso de los hogares urbanos se advierte cómo a medida que el nivel socioeconómico es más bajo aumenta significativamente el consumo de leña y disminuye el de electricidad.

Según se desprende de la encuesta, en Paraguay en los contextos rurales en los estratos altos la electricidad es la principal fuente utilizada en calentamiento de agua, representando el 61,2% del consumo, siendo la participación de leña de un 24,2% (probablemente comprada), seguida por un 9,2% de carbón vegetal y un 5,4% de GLP.

En los sectores medios rurales, se utiliza mayoritariamente leña (72,1% del consumo), siendo la participación de la electricidad de un 20,8% y utilizándose en una proporción menor GLP (2,2%) y carbón vegetal (4,8%) para el calentamiento de agua.

En los estratos socioeconómicamente bajos de contextos rurales, el uso de electricidad para calentamiento de agua es prácticamente nulo, representando solo un 2,6% del consumo en dicho uso, participando la leña en el 90,2% y el carbón en un 6,4% para el calentamiento de agua.

Tabla 8.5. Participación de las fuentes en el uso calentamiento de agua

Estrato	GLP	LE	CV	RB	EE	Total
URBANO						
Altos	6,0	3,6	1,2	0,0	89,3	100,0
Medios	6,1	9,3	6,7	0,0	78,0	100,0
Bajos	8,7	41,0	12,6	0,0	37,7	100,0
Subtotal	6,9	18,4	7,5	0,0	67,2	100,0
RURAL						
Altos	5,4	24,2	9,2	0,0	61,2	100,0
Medios	2,2	72,1	4,8	0,0	20,8	100,0
Bajos	0,8	90,2	6,4	0,1	2,6	100,0
Subtotal	1,8	76,1	6,0	0,0	16,0	100,0
TOTAL	4,4	47,2	6,8	0,0	41,6	100,0

Fuente: elaboración propia.



Respecto de la participación de fuentes para el uso en calefacción, se evidencia que tanto en los ámbitos urbanos como en los rurales, la leña y el carbón vegetal constituyen las fuentes más utilizadas, alcanzando casi el 80% de la participación en ese uso. Así, en el caso de los contextos urbanos, la participación de la leña en el uso calefacción alcanza casi el 34%, y el carbón un 45% respectivamente. Al observar al interior de los estratos, se advierte un crecimiento de la participación del uso de leña para calefacción en los sectores altos, que alcanza un 48,6% y una disminución en términos relativos del uso de carbón, que alcanza el 12,9%, siendo la participación de la energía eléctrica en este uso del 33,4% y mínima la participación del GLP que es del 5,1%.

En los sectores medios, la participación en el uso de calefacción mayor está dada por la leña (44%) seguida por la EE con casi un 40%, descendiendo la participación del carbón vegetal al 16,5%, lo que evidencia una distancia significativa respecto del 44,4% de participación de dicha fuente en el uso calefacción en promedio en las áreas urbanas.

Por su parte, en los sectores bajos urbanos, la participación de carbón en el uso calefacción es predominante, con casi el 77% de participación en dicho uso, frente a una participación de la leña de casi 20% y una proporción marginal que alcanza el 3,2%, de energía eléctrica destinada a calefacción.

Tabla 8.6. Participación de las fuentes en el uso calefacción (%)

Estrato	GLP	LE	CV	RB	EE	Total
URBANO						
Altos	5,1	48,6	12,9	0,0	33,4	100,0
Medios	0,0	44,0	16,5	0,0	39,6	100,0
Bajos	0,0	19,9	76,9	0,0	3,2	100,0
Subtotal	1,6	33,8	44,4	0,0	20,3	100,0
RURAL						
Altos	2,9	66,9	5,6	0,0	24,6	100,0
Medios	0,0	37,4	52,6	0,0	10,0	100,0
Bajos	0,0	83,4	15,9	0,0	0,7	100,0
Subtotal	0,8	61,6	26,8	0,0	10,8	100,0
TOTAL	1,4	39,1	41,0	0,0	18,5	100,0

Fuente: Elaboración propia



Con respecto a los ámbitos rurales, se observa que la leña tiene la mayor proporción de participación en el uso calefacción en los sectores altos, alcanzando casi el 70%, manteniendo una distancia importante con el 24,6% de participación en dicho uso de la energía eléctrica, un 5,6% del carbón vegetal y un casi 3% (2,9%) del GLP.

En los sectores medios, la participación preponderante con el 52,6% es del carbón vegetal, seguido de la leña en un 37,4% y de la energía eléctrica en un 10%. Contrariamente, en los sectores bajos, la participación de la leña en este uso asciende a un 83,4%, que es complementado con casi un 16% de la participación del carbón.

Finalmente, al analizar la distribución de la carga de trabajo vinculada a la recolección de leña en tiempo, la encuesta, pone de manifiesto que en los sectores urbanos, los hombres duplican el tiempo destinado a la recolección de leña de las mujeres; en los sectores rurales, el tiempo destinado por los hombres a dicha actividad, casi que se triplica. Al observar al interior de los estratos se observan diferencias interesantes. En el caso de los sectores socioeconómicamente altos urbanos, se registra una situación de paridad, donde tanto hombres como mujeres destinan la misma cantidad de tiempo diario a la recolección de leña. Cabe mencionar que probablemente el dato obtenido refleje el tiempo de gestión de la leña, el acarreo en el ámbito hogareño y no, la recolección peridomiliar o en zonas cercanas a la vivienda. En el caso de los sectores medios urbanos, los hombres triplican el tiempo destinado por las mujeres a dicha tarea, siendo en promedio de 25 minutos. En los estratos socioeconómicamente bajos (urbanos), los hombres destinan en promedio 22 minutos diarios, que constituyen casi el 63% del tiempo total destinado a dicha actividad por hombres y mujeres.

En los contextos rurales, al reparar en la distribución del tiempo intraestrato, se visualiza también una marcada disparidad, siendo la brecha más significativa en los sectores altos, donde el 81% del tiempo dedicado a dicha actividad en ese sector es dedicado por los hombres. En los sectores medios, los hombres se ocupan del 70% del tiempo dedicado a la mencionada tarea y en los sectores bajos, duplican el tiempo dedicado por las mujeres, destinando los hombres en promedio 30 minutos y las mujeres, 15. El estrato rural bajo, es el que más tiempo destina en total a la recolección de leña, habiendo referido en promedio unos 45 minutos diarios, lo que significa el doble de tiempo que dedican en promedio a la recolección de leña los sectores altos urbanos. Obviamente, la variación en el tiempo destinado a la recolección de leña, se vincula con la proporción de participación en el uso calefacción y cocción de alimentos que tiene la leña en los distintos estratos y contextos.



Tabla 8.7. Horas promedio diarias dedicadas a recolección de leña según sexo

Estrato	MUJERES	HOMBRES
URBANO		
Altos	00:11	00:11
Medios	00:08	00:25
Bajos	00:13	00:22
RURAL		
Altos	00:07	00:30
Medios	00:12	00:28
Bajos	00:15	00:30

Fuente: elaboración propia

8.5 Conclusiones

El análisis realizado ofrece una serie de conclusiones que pueden organizarse en dos grandes grupos. Las primeras metodológicas o sobre el proceso de producción de datos y las segundas sobre los datos que arrojó la encuesta.

En primer lugar, se destaca la necesidad de poner en valor la recolección de datos desagregados por sexo, ya que los mismos son indispensables para el diseño de políticas energéticas que tengan como horizonte la igualdad de género; sin análisis que evidencien las diferencias en los usos, que a su vez están vinculados a roles construidos y aprehendidos en distintos contextos, resulta imposible visibilizar las necesidades energéticas diferenciales de mujeres y hombres.

Algunos aspectos de la encuesta como la recolección de leña, merecerían ser profundizados, ya que la pregunta se acotó al tiempo diario dedicado a dicha actividad y no brindó elementos como para conocer por ejemplo, distancia desde el lugar de recolección de la leña al domicilio, forma de acarreo o traslado de la misma, entre otras.

Respecto de los datos arrojados por la encuesta se observa una asimetría profunda en el tiempo dedicado a los quehaceres domésticos mediado por artefactos energéticos que pone en evidencia la brecha de género, un hiato que manifiesta distancias respecto a oportunidades, acceso y uso de distintos recursos que brindan bienestar y habilitan al mismo tiempo el desarrollo humano.



En este marco, la tarea de cocinar, actividad reproductiva por excelencia, aparece como la actividad que demanda más tiempo en todos los estratos y tanto en ámbitos rurales como urbanos, ocupando casi la mitad del tiempo total dedicado a tareas domésticas. Según los datos arrojados por la encuesta, las mujeres dedican entre poco más de 3 horas y 4 horas y media, según el estrato socioeconómico, a la realización de las tareas del hogar en las cuales la calidad de las fuentes energéticas y los artefactos asociados pueden reducir significativamente las asimetrías de género.

Los sectores socioeconómicamente más desaventajados son menos desiguales en la distribución de tiempo dedicado a tareas domésticas relacionadas directamente con el consumo de energía. Esta situación puede estar vinculada tanto con la configuración de los hogares en sí misma o bien a la distribución de tareas al interior de los mismos. No obstante, los hogares de menores ingresos tienen una proporción significativamente mayor de fuentes de menor calidad en el consumo final de energía.

Vinculando la inequidad de género en las tareas del hogar con la calidad de las fuentes energéticas, se desprende que toda política de mejora en el acceso a fuentes y artefactos de calidad para los sectores más vulnerables no sólo contribuye a mejorar su calidad de vida, sino también a reducir significativamente las inequidades de género.

Según se deriva de la interpretación de los datos provistos por la encuesta, los hogares rurales tienen un uso muy superior de leña en cocción en relación con los urbanos; y dentro de cada área, los estratos bajos son los que consumen mucha más leña, lo cual redundará en mayor tiempo de exposición a la contaminación y por ende en afecciones de salud de distinta índole que afectan especialmente a mujeres y niñas que son quienes están más tiempo expuestas.

En cuanto a las fuentes utilizadas para el calentamiento de agua, las diferencias significativas se observan al interior de los distintos estratos, así en el caso de los hogares urbanos se advierte cómo a medida que el nivel socioeconómico es más bajo aumenta significativamente el consumo de leña y disminuye el de electricidad.

Respecto de la participación de fuentes para el uso en calefacción, se evidencia que tanto en los ámbitos urbanos como en los rurales, la leña y el carbón vegetal constituyen las fuentes más utilizadas, alcanzando casi el 80% de la participación en ese uso.

Contrastando con las tareas domésticas que requieren de distintas fuentes de energía, y en las que se observó una distribución absolutamente desigual con sobrecarga para las



mujeres, la recolección de leña constituye una actividad en la cual los hombres asumen una mayor dedicación que también resulta asimétrica, aunque en sentido inverso. Solo en el caso de los sectores altos urbanos existe paridad en el tiempo que unos y otras destinan a dicha actividad. Los hombres del estrato rural bajo son quienes más tiempo destinan en total a dicha actividad; tal como se mencionó con anterioridad, la variación en el tiempo destinado a la recolección de leña se vincula con la participación en el uso calefacción y cocción de alimentos que tiene la leña en los distintos estratos y contextos.

Para profundizar de cara a futuros estudios, sería importante conocer la configuración de los hogares, si esta distribución tan desigual de la cantidad de horas dedicadas a las tareas domésticas varía y de qué modos en hogares biparentales, monoparentales, biparentales sin hijos y en familias compuestas o ensambladas o extensas. Observar la distribución de tareas en función de géneros y entre las generaciones, también permitiría observar continuidades y transformaciones en la reproducción de los roles de género aprehendidos en el proceso de socialización.



Anexo 1. Matrices de consumo de energía final, energía útil y rendimientos por estrato

Tabla A1.1. Sector Residencial Urbano - Altos ingresos
Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					3.319	3.319
Cocción	16.285	5.427	10.293		10.847	42.852
Calentamiento de Agua	1.450	870	291		21.746	24.358
Calefacción	72	686	182		471	1.411
Conservación Alimentos					21.133	21.133
Refrig. y Vent. de Ambientes					32.522	32.522
Bombeo de Agua					300	300
Otros Artefactos	49				14.773	14.822
TOTAL	17.857	6.983	10.766		105.112	140.718

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.2. Sector Residencial Urbano - Altos ingresos
Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	38,0	12,7	24,0		25,3	100,0
Calentamiento de Agua	6,0	3,6	1,2		89,3	100,0
Calefacción	5,1	48,6	12,9		33,4	100,0
Conservación Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos	0,3				99,7	100,0
TOTAL	12,7	5,0	7,7		74,7	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.3. Sector Residencial Urbano - Altos ingresos
Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					3,2	2,4
Cocción	91,2	77,7	95,6		10,3	30,5
Calentamiento de Agua	8,1	12,5	2,7		20,7	17,3
Calefacción	0,4	9,8	1,7		0,4	1,0
Conservacion Alimentos					20,1	15,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					30,9	23,1
Bombeo de Agua					0,3	0,2
Otros Artefactos	0,3				14,1	10,5
TOTAL	100,0	100,0	100,0		100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.4. Sector Residencial Urbano - Altos ingresos
Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					696	696
Cocción	9.285	624	758		8.581	19.249
Calentamiento de Agua	819	104	44		18.831	19.799
Calefacción	62	137	36		163	398
Conservacion Alimentos					4.501	4.501
Refrig. y Vent. de Ambientes					10.564	10.564
Bombeo de Agua					210	210
Otros Artefactos	31				7.777	7.809
TOTAL	10.198	866	839		51.324	63.226

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.5. Sector Residencial Urbano - Altos ingresos
Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	48,2	3,2	3,9		44,6	100,0
Calentamiento de Agua	4,1	0,5	0,2		95,1	100,0
Calefacción	15,5	34,4	9,1		41,0	100,0
Conservacion Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos	0,4				99,6	100,0
TOTAL	16,1	1,4	1,3		81,2	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.6. Sector Residencial Urbano - Altos ingresos
Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					1,4	1,1
Cocción	91,1	72,1	90,4		16,7	30,4
Calentamiento de Agua	8,0	12,0	5,2		36,7	31,3
Calefacción	0,6	15,8	4,3		0,3	0,6
Conservacion Alimentos					8,8	7,1
Refrig. y Vent. de Ambientes					20,6	16,7
Bombeo de Agua					0,4	0,3
Otros Artefactos	0,3				15,2	12,4
TOTAL	100,0	100,0	100,0		100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.7. Sector Residencial Urbano - Altos ingresos
Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					21,0	21,0
Cocción	57,0	11,5	7,4		79,1	44,9
Calentamiento de Agua	56,5	12,0	15,0		86,6	81,3
Calefacción	85,0	20,0	20,0		34,6	28,2
Conservacion Alimentos					21,3	21,3
Refrig. y Vent. de Ambientes					32,5	32,5
Bombeo de Agua					70,0	70,0
Otros Artefactos	63,9				52,6	52,7
TOTAL	57,1	12,4	7,8		48,8	44,9

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.8. Sector Residencial Urbano - Medios ingresos
Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					9.275	9.275
Cocción	47.228	30.137	38.129	573	19.867	135.934
Calentamiento de Agua	3.283	5.009	3.624		42.221	54.137
Calefacción		445	167		400	1.013
Conservacion Alimentos					43.276	43.276
Refrig. y Vent. de Ambientes					44.455	44.455
Bombeo de Agua					515	515
Otros Artefactos					30.471	30.471
TOTAL	50.511	35.591	41.920	573	190.481	319.075

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.9. Sector Residencial Urbano - Medios ingresos
Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	34,7	22,2	28,0	0,4	14,6	100,0
Calentamiento de Agua	6,1	9,3	6,7		78,0	100,0
Calefacción		44,0	16,5		39,6	100,0
Conservación Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos					100,0	100,0
TOTAL	15,8	11,2	13,1	0,2	59,7	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.10. Sector Residencial Urbano - Medios ingresos
Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					4,9	2,9
Cocción	93,5	84,7	91,0	100,0	10,4	42,6
Calentamiento de Agua	6,5	14,1	8,6		22,2	17,0
Calefacción		1,3	0,4		0,2	0,3
Conservación Alimentos					22,7	13,6
Refrig. y Vent. de Ambientes					23,3	13,9
Bombeo de Agua					0,3	0,2
Otros Artefactos					16,0	9,5
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.11. Sector Residencial Urbano - Medios ingresos
Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					1.740	1.740
Cocción	26.827	3.470	3.853	75	15.987	50.211
Calentamiento de Agua	1.853	507	498		36.975	39.834
Calefacción		89	33		141	263
Conservación Alimentos					9.218	9.218
Refrig. y Vent. de Ambientes					14.605	14.605
Bombeo de Agua					361	361
Otros Artefactos					15.098	15.098
TOTAL	28.680	4.066	4.384	75	94.123	131.329

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.12. Sector Residencial Urbano - Medios ingresos

Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	53,4	6,9	7,7	0,1	31,8	100,0
Calentamiento de Agua	4,7	1,3	1,3		92,8	100,0
Calefacción		33,9	12,7		53,4	100,0
Conservación Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos					100,0	100,0
TOTAL	21,8	3,1	3,3	0,1	71,7	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.13. Sector Residencial Urbano - Medios ingresos

Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					1,8	1,3
Cocción	93,5	85,3	87,9	100,0	17,0	38,2
Calentamiento de Agua	6,5	12,5	11,4		39,3	30,3
Calefacción		2,2	0,8		0,1	0,2
Conservación Alimentos					9,8	7,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					15,5	11,1
Bombeo de Agua					0,4	0,3
Otros Artefactos					16,0	11,5
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.14. Sector Residencial Urbano - Medios ingresos

Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					18,8	18,8
Cocción	56,8	11,5	10,1	13,1	80,5	36,9
Calentamiento de Agua	56,4	10,1	13,7		87,6	73,6
Calefacción		20,0	20,0		35,1	26,0
Conservación Alimentos					21,3	21,3
Refrig. y Vent. de Ambientes					32,9	32,9
Bombeo de Agua					70,0	70,0
Otros Artefactos					49,5	49,5
TOTAL	56,8	11,4	10,5	13,1	49,4	41,2

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.15. Sector Residencial Urbano - Bajos ingresos
Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					8.531	8.531
Cocción	38.880	77.936	48.827	1.445	9.954	177.043
Calentamiento de Agua	3.302	15.523	4.792		14.272	37.888
Calefacción		443	1.716		72	2.232
Conservacion Alimentos					33.157	33.157
Refrig. y Vent. de Ambientes					12.391	12.391
Bombeo de Agua					232	232
Otros Artefactos					17.439	17.439
TOTAL	42.182	93.902	55.335	1.445	96.049	288.913

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.16. Sector Residencial Urbano - Bajos ingresos
Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	22,0	44,0	27,6	0,8	5,6	100,0
Calentamiento de Agua	8,7	41,0	12,6		37,7	100,0
Calefacción		19,9	76,9		3,2	100,0
Conservacion Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos					100,0	100,0
TOTAL	14,6	32,5	19,2	0,5	33,2	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.17. Sector Residencial Urbano - Bajos ingresos
Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					8,9	3,0
Cocción	92,2	83,0	88,2	100,0	10,4	61,3
Calentamiento de Agua	7,8	16,5	8,7		14,9	13,1
Calefacción		0,5	3,1		0,1	0,8
Conservacion Alimentos					34,5	11,5
Refrig. y Vent. de Ambientes					12,9	4,3
Bombeo de Agua					0,2	0,1
Otros Artefactos					18,2	6,0
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.18. Sector Residencial Urbano - Bajos ingresos
Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					1.400	1.400
Cocción	21.987	9.134	6.091	169	8.038	45.417
Calentamiento de Agua	1.867	1.626	712		12.536	16.741
Calefacción		89	343		27	459
Conservación Alimentos					7.063	7.063
Refrig. y Vent. de Ambientes					4.190	4.190
Bombeo de Agua					163	163
Otros Artefactos					7.445	7.445
TOTAL	23.853	10.848	7.146	169	40.860	82.876

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.19. Sector Residencial Urbano - Bajos ingresos
Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	48,4	20,1	13,4	0,4	17,7	100,0
Calentamiento de Agua	11,2	9,7	4,3		74,9	100,0
Calefacción		19,3	74,8		5,8	100,0
Conservación Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos					100,0	100,0
TOTAL	28,8	13,1	8,6	0,2	49,3	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.20. Sector Residencial Urbano - Bajos ingresos
Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					3,4	1,7
Cocción	92,2	84,2	85,2	100,0	19,7	54,8
Calentamiento de Agua	7,8	15,0	10,0		30,7	20,2
Calefacción		0,8	4,8		0,1	0,6
Conservación Alimentos					17,3	8,5
Refrig. y Vent. de Ambientes					10,3	5,1
Bombeo de Agua					0,4	0,2
Otros Artefactos					18,2	9,0
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.21. Sector Residencial Urbano - Bajos ingresos
Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					16,4	16,4
Cocción	56,5	11,7	12,5	11,7	80,7	25,7
Calentamiento de Agua	56,5	10,5	14,9		87,8	44,2
Calefacción		20,0	20,0		37,0	20,6
Conservacion Alimentos					21,3	21,3
Refrig. y Vent. de Ambientes					33,8	33,8
Bombeo de Agua					70,0	70,0
Otros Artefactos					42,7	42,7
TOTAL	56,5	11,6	12,9	11,7	42,5	28,7

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.22. Sector Residencial Rural - Altos ingresos
Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					1.649	1.649
Cocción	6.411	19.384	6.031	51	4.997	36.873
Calentamiento de Agua	660	2.944	1.119		7.456	12.179
Calefacción	9	202	17		74	302
Conservacion Alimentos					11.998	11.998
Refrig. y Vent. de Ambientes					10.059	10.059
Bombeo de Agua					750	750
Otros Artefactos					6.114	6.114
TOTAL	7.079	22.530	7.168	51	43.096	79.923

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.23. Sector Residencial Rural - Altos ingresos
Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	17,4	52,6	16,4	0,1	13,6	100,0
Calentamiento de Agua	5,4	24,2	9,2		61,2	100,0
Calefacción	2,9	66,9	5,6		24,6	100,0
Conservacion Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos					100,0	100,0
TOTAL	8,9	28,2	9,0	0,1	53,9	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.24. Sector Residencial Rural - Altos ingresos
Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					3,8	2,1
Cocción	90,6	86,0	84,1	100,0	11,6	46,1
Calentamiento de Agua	9,3	13,1	15,6		17,3	15,2
Calefacción	0,1	0,9	0,2		0,2	0,4
Conservacion Alimentos					27,8	15,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					23,3	12,6
Bombeo de Agua					1,7	0,9
Otros Artefactos					14,2	7,6
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.25. Sector Residencial Rural - Altos ingresos
Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					297	297
Cocción	3.648	2.680	594	8	3.985	10.914
Calentamiento de Agua	371	321	128		6.457	7.278
Calefacción	7	40	3		25	76
Conservacion Alimentos					2.555	2.555
Refrig. y Vent. de Ambientes					3.294	3.294
Bombeo de Agua					525	525
Otros Artefactos					2.992	2.992
TOTAL	4.027	3.041	725	8	20.131	27.932

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.26. Sector Residencial Rural - Altos ingresos
Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	33,4	24,6	5,4	0,1	36,5	100,0
Calentamiento de Agua	5,1	4,4	1,8		88,7	100,0
Calefacción	9,6	52,8	4,4		33,1	100,0
Conservacion Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos					100,0	100,0
TOTAL	14,4	10,9	2,6	0,0	72,1	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.27. Sector Residencial Rural - Altos ingresos
Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					1,5	1,1
Cocción	90,6	88,1	81,8	100,0	19,8	39,1
Calentamiento de Agua	9,2	10,6	17,7		32,1	26,1
Calefacción	0,2	1,3	0,5		0,1	0,3
Conservacion Alimentos					12,7	9,1
Refrig. y Vent. de Ambientes					16,4	11,8
Bombeo de Agua					2,6	1,9
Otros Artefactos					14,9	10,7
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.28. Sector Residencial Rural - Altos ingresos
Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					18,0	18,0
Cocción	56,9	13,8	9,8	15,0	79,8	29,6
Calentamiento de Agua	56,3	10,9	11,5		86,6	59,8
Calefacción	85,0	20,0	20,0		34,0	25,3
Conservacion Alimentos					21,3	21,3
Refrig. y Vent. de Ambientes					32,8	32,8
Bombeo de Agua					70,0	70,0
Otros Artefactos					48,9	48,9
TOTAL	56,9	13,5	10,1	15,0	46,7	34,9

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.29. Sector Residencial Rural - Medios ingresos
Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					4.760	4.760
Cocción	17.001	136.911	21.848	28	7.143	182.932
Calentamiento de Agua	1.036	33.322	2.218		9.624	46.200
Calefacción		153	215		41	409
Conservacion Alimentos					21.923	21.923
Refrig. y Vent. de Ambientes					8.315	8.315
Bombeo de Agua					707	707
Otros Artefactos	20				12.043	12.063
TOTAL	18.058	170.386	24.281	28	64.556	277.309

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.30. Sector Residencial Rural - Medios ingresos
Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	9,3	74,8	11,9	0,0	3,9	100,0
Calentamiento de Agua	2,2	72,1	4,8		20,8	100,0
Calefacción		37,4	52,6		10,0	100,0
Conservación Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos	0,2				99,8	100,0
TOTAL	6,5	61,4	8,8	0,0	23,3	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.31. Sector Residencial Rural - Medios ingresos
Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					7,4	1,7
Cocción	94,1	80,4	90,0	100,0	11,1	66,0
Calentamiento de Agua	5,7	19,6	9,1		14,9	16,7
Calefacción		0,1	0,9		0,1	0,1
Conservación Alimentos					34,0	7,9
Refrig. y Vent. de Ambientes					12,9	3,0
Bombeo de Agua					1,1	0,3
Otros Artefactos	0,1				18,7	4,4
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.32. Sector Residencial Rural - Medios ingresos
Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					741	741
Cocción	9.662	16.106	2.509	3	5.806	34.086
Calentamiento de Agua	583	3.594	329		8.440	12.946
Calefacción		31	43		15	88
Conservación Alimentos					4.670	4.670
Refrig. y Vent. de Ambientes					2.793	2.793
Bombeo de Agua					495	495
Otros Artefactos	13				5.116	5.129
TOTAL	10.259	19.731	2.880	3	28.075	60.948

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.33. Sector Residencial Rural - Medios ingresos
Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	28,3	47,3	7,4	0,0	17,0	100,0
Calentamiento de Agua	4,5	27,8	2,5		65,2	100,0
Calefacción		34,7	48,7		16,6	100,0
Conservación Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos	0,3				99,7	100,0
TOTAL	16,8	32,4	4,7	0,0	46,1	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.34. Sector Residencial Rural - Medios ingresos
Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					2,6	1,2
Cocción	94,2	81,6	87,1	100,0	20,7	55,9
Calentamiento de Agua	5,7	18,2	11,4		30,1	21,2
Calefacción		0,2	1,5		0,1	0,1
Conservación Alimentos					16,6	7,7
Refrig. y Vent. de Ambientes					9,9	4,6
Bombeo de Agua					1,8	0,8
Otros Artefactos	0,1				18,2	8,4
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.35. Sector Residencial Rural - Medios ingresos
Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					15,6	15,6
Cocción	56,8	11,8	11,5	11,7	81,3	18,6
Calentamiento de Agua	56,3	10,8	14,8		87,7	28,0
Calefacción		20,0	20,0		35,7	21,6
Conservación Alimentos					21,3	21,3
Refrig. y Vent. de Ambientes					33,6	33,6
Bombeo de Agua					70,0	70,0
Otros Artefactos	63,9				42,5	42,5
TOTAL	56,8	11,6	11,9	11,7	43,5	22,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.36. Sector Residencial Rural - Bajos ingresos
Consumo final de energía por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					4.215	4.215
Cocción	9.979	196.096	18.364	63	2.284	226.785
Calentamiento de Agua	448	52.262	3.690	39	1.511	57.950
Calefacción		318	61		3	382
Conservación Alimentos					14.786	14.786
Refrig. y Vent. de Ambientes					2.282	2.282
Bombeo de Agua					216	216
Otros Artefactos					6.341	6.341
TOTAL	10.426	248.676	22.114	102	31.637	312.956

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.37. Sector Residencial Rural - Bajos ingresos
Participación de las fuentes en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	4,4	86,5	8,1	0,0	1,0	100,0
Calentamiento de Agua	0,8	90,2	6,4	0,1	2,6	100,0
Calefacción		83,4	15,9		0,7	100,0
Conservación Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos					100,0	100,0
TOTAL	3,3	79,5	7,1	0,0	10,1	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.38. Sector Residencial Rural - Bajos ingresos
Participación de los usos en el consumo final - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					13,3	1,3
Cocción	95,7	78,9	83,0	61,7	7,2	72,5
Calentamiento de Agua	4,3	21,0	16,7	38,3	4,8	18,5
Calefacción		0,1	0,3		0,0	0,1
Conservación Alimentos					46,7	4,7
Refrig. y Vent. de Ambientes					7,2	0,7
Bombeo de Agua					0,7	0,1
Otros Artefactos					20,0	2,0
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.39. Sector Residencial Rural - Bajos ingresos
Consumo energía útil por fuentes y usos - Año 2021 (tep)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					571	571
Cocción	5.667	22.234	2.203	7	1.882	31.994
Calentamiento de Agua	252	5.688	553	4	1.312	7.810
Calefacción		64	12		1	77
Conservacion Alimentos					3.149	3.149
Refrig. y Vent. de Ambientes					790	790
Bombeo de Agua					151	151
Otros Artefactos					2.065	2.065
TOTAL	5.919	27.986	2.768	11	9.922	46.606

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.40. Sector Residencial Rural - Bajos ingresos
Participación de las fuentes en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Cocción	17,7	69,5	6,9	0,0	5,9	100,0
Calentamiento de Agua	3,2	72,8	7,1	0,1	16,8	100,0
Calefacción		82,8	15,8		1,4	100,0
Conservacion Alimentos					100,0	100,0
Refrig. y Vent. de Ambientes					100,0	100,0
Bombeo de Agua					100,0	100,0
Otros Artefactos					100,0	100,0
TOTAL	12,7	60,0	5,9	0,0	21,3	100,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla A1.41. Sector Residencial Rural - Bajos ingresos
Participación de los usos en el consumo de energía útil - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					5,8	1,2
Cocción	95,7	79,4	79,6	65,3	19,0	68,6
Calentamiento de Agua	4,3	20,3	20,0	34,7	13,2	16,8
Calefacción		0,2	0,4		0,0	0,2
Conservacion Alimentos					31,7	6,8
Refrig. y Vent. de Ambientes					8,0	1,7
Bombeo de Agua					1,5	0,3
Otros Artefactos					20,8	4,4
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia.



Tabla A1.42. Sector Residencial Rural - Bajos ingresos
Rendimientos de utilización promedio - Año 2021 (%)

Usos	GL	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación					13,5	13,5
Cocción	56,8	11,3	12,0	11,7	82,4	14,1
Calentamiento de Agua	56,3	10,9	15,0	10,0	86,9	13,5
Calefacción		20,0	20,0		43,0	20,2
Conservación Alimentos					21,3	21,3
Refrig. y Vent. de Ambientes					34,6	34,6
Bombeo de Agua					70,0	70,0
Otros Artefactos					32,6	32,6
TOTAL	56,8	11,3	12,5	11,0	31,4	14,9

Fuente: elaboración propia.



Anexo 2. Tabla de rendimientos adoptados

ARTEFACTO	Fuente	%	ARTEFACTO	Fuente	%
Iluminación			Conservación de alimentos		
Bajo Consumo	EE	17,2	Freezer	EE	21,3
Bombillo Incandescente	EE	3,5	Frigobar	EE	21,3
Fluorescente	EE	15,0	Heladera	EE	21,3
LED	EE	34,0	Heladera	GL	8,0
Otro Tipo de Lámpara	EE	3,5	Heladera con freezer	EE	21,3
Cocción			Refrigeración y ventilación de ambientes		
Arrocera	EE	85,0	Ventilador de techo	EE	36,1
Parrilla	CV	5,0	Ventilador otros tipos	EE	36,1
Parrilla	LE	15,0	Aire acondicionado central	EE	34,7
Parrilla/Grill	GL	45,0	Aire acondicionado de ventana	EE	30,0
Cocina/Anafe	EE	73,7	Aire acondicionado inverter	EE	73,8
Cocina	GL	56,3	Aire acondicionado portátil	EE	30,0
Cocina	RB	20,0	Aire acondicionado split	EE	32,2
Cocina a leña	LE	20,0	Bombeo de agua		
Fogón	CV	15,0	Motor eléctrico	EE	70,0
Fogón	LE	10,0	Otros artefactos		
Fogón	RB	11,7	Aspiradora	EE	80,0
Freidora	EE	85,0	Batidora	EE	80,0
Hervidora de agua	EE	85,0	Cafetera eléctrica	EE	80,0
Horno/Tatacuá	LE	20,0	Computador de escritorio	EE	78,0
Horno/Tatacuá	RB	15,0	Cortadora de césped	EE	80,0



ARTEFACTO	Fuente	%	ARTEFACTO	Fuente	%
Horno (integrado)	EE	78,9	Equipo de sonido	EE	80,0
Horno (integrado)	GL	63,9	Esmeriladora	EE	80,0
Horno independiente	EE	78,9	Extractor de aire	EE	42,5
Horno independiente	GL	63,9	Extractor de jugos	EE	80,0
Inducción	EE	84,0	Fotocopiadora	EE	90,0
Microondas	EE	57,5	Impresora	EE	90,0
Olla eléctrica	EE	85,0	Lavadora de platos	EE	40,0
Plancha	EE	80,0	Lavadora de ropa	EE	20,0
Vitrocerámica	EE	74,2	Licadora	EE	80,0
Calentamiento de agua			Máquina de coser	EE	80,0
Calefón	EE	93,6	Picador eléctrico	EE	80,0
Calefón	GL	71,0	Plancha de cabello	EE	80,0
Termotanque	EE	69,5	Plancha de ropa	EE	75,0
Termotanque	GL	52,0	Procesador de alimentos	EE	80,0
Termotanque	LE	20,0	Secador de pelo	EE	80,0
Ducha eléctrica	EE	87,8	Secadora de ropa	EE	80,0
Cocina	EE	73,7	Secadora de ropa	GL	63,9
Cocina	GL	56,3	Sierra	EE	80,0
Cocina	LE	20,0	Soldadora	EE	80,0
Cocina	RB	20,0	Taladro eléctrico	EE	80,0
Fogón	CV	15,0	Televisor de tubo	EE	17,0
Fogón	LE	10,0	Televisor plano	EE	31,7
Fogón	RB	10,0	Tostadora	EE	80,0
			Waflera	EE	80,0

Fuente: Fundación Bariloche.



Anexo 3. Diseño muestral

1. Objetivo

El principal objetivo del estudio es *“obtener información sobre las características del consumo y usos de la energía en el Sector Residencial de la República del Paraguay”*.

Se releva el consumo a partir de las declaraciones de los usuarios sobre las distintas fuentes de energía disponibles en sus viviendas, las cantidades que consumen de cada una, y las características y modalidades de uso de los artefactos de uso final.

En consecuencia, este trabajo se espera abordar la caracterización del consumo y los usos de la energía en los hogares a partir de una investigación cuantitativa, utilizando como técnica de relevamiento la encuesta domiciliaria. Se pretende un abordaje que permita reproducir las características del área bajo estudio y de las unidades de análisis.

2. Área de estudio

El área geográfica bajo estudio está conformada por todo el territorio nacional a excepción de los departamentos de Boquerón y Alto Paraguay.

3. Población objetivo

En Encuestas sobre Consumos y Usos de la Energía en el Sector Residencial la unidad estadística se identificó y acordó como la conformada por los hogares residentes en el territorio nacional de Paraguay.

La investigación está dirigida a relevar el consumo de la población que reside en estas viviendas particulares de los departamentos de la República del Paraguay.

Para cumplir con los objetivos del estudio debemos contar con a) un marco de muestreo que permita una correcta asignación de probabilidad, b) un diseño y un tamaño de la muestra conveniente.



4. Marco de muestreo

La información que cuenta y puede proveer el Instituto Nacional de Estadística (INE) corresponde al Censo Nacional de Población y Vivienda 2012 y cubre la totalidad del área bajo estudio.

En consecuencia, esta información conforma el marco de muestreo. La misma es utilizada por el INE para llevar adelante la Encuesta Permanente de Hogares donde se desagregan las áreas geográficas en "segmentos".

En el ámbito urbano los segmentos utilizados son las áreas de empadronamiento del Censo 2012 con un promedio de 60 viviendas. En las áreas rurales los segmentos se conforman con un promedio de 45 viviendas.

En este sentido se plantea la necesidad de trabajar con segmentos para los dominios Urbano y Rural.

Criterios de exclusión

A efectos de reducir costos y asegurar la mayor representatividad según la variable de interés se plantea la exclusión de los departamentos de Boquerón y Alto Paraguay porque cuentan con escasa población y muy diseminada. A su vez se excluyen los segmentos con población indígena.

5. Diseño y tamaño de muestra

Se define trabajar con un diseño muestral probabilístico en dos etapas.

1. Las unidades de primera etapa (UPM) serán los segmentos.
2. Las unidades de segunda y última etapa (USE), serán las viviendas.

En cada dominio se hará una selección sistemática, independiente, y con probabilidad proporcional al tamaño medido en cantidad de viviendas.

Se considerarán como variable de estratificación para la selección de la muestra los departamentos más el área de residencia: urbana y rural. Son las mismas que utiliza el INE en la Encuesta a Hogares.



Tamaño de la muestra

Para la determinación del tamaño de la muestra se trabajará con la siguiente fórmula:

$$n' = NZ^2pq / (Ne^2 + Z^2pq)$$

Donde:

n': tamaño teórico de la muestra en cantidad de viviendas

N: total de viviendas del dominio

Z = 1,96 para el 95% de confianza

p (proporción de máxima variancia) = 0,50

q = 1 - p

e (error) = 0,05

DEFF (efecto diseño) = 1,15

Además, se deberá aumentar el tamaño teórico de la muestra en función de la tasa de no repuesta (TNR). La TNR adoptada es del 20%.

En función de esta TNR, se incluye en la fórmula para el cálculo final del tamaño de la muestra (n) la siguiente expresión:

$$n = n' / (1 - TNR)$$

El número de viviendas existentes al año 2020 en el área bajo estudio es de 1.172.930 para el Dominio Urbano y de 694.493 para el Dominio Rural (Fuente: INE).

En el siguiente cuadro se presentan los cálculos efectuados:

Dominio	Viviendas por dominio	Z ²	p	Q	e ²	DEFF
Urbano	1.172.930	3,8416	0,5	0,5	0,0025	1,15
Rural	694.493	3,8416	0,5	0,5	0,0025	1,15



Aplicación de la fórmula para determinar el tamaño teórico de la muestra:

Dominio	Tamaño teórico de la muestra	Ampliación del tamaño por no respuesta
Urbano	442	552
Rural	442	552
		1.104

Dada la cantidad de encuestas a realizar incluyendo la incidencia estimada de la no respuesta ($n = 1.104$) y considerando que se encuestarán 12 viviendas por segmento seleccionado, se tiene que en total se realizarán encuestas en **92 segmentos o Unidades Primarias de Muestreo (UPM), 46 UPM's en el Dominio Urbano y 46 UPM's en el Dominio Rural.**

Establecida la cantidad de UPM a encuestar por dominio, se seleccionan los segmentos que serán encuestados. En una primera etapa se seleccionan las UPM a ser encuestadas mediante un muestreo aleatorio con probabilidad proporcional a la cantidad de viviendas particulares. Esta selección estuvo a cargo del INE.

La distribución de las UPMs por Departamento fue realizada por el INE tomando como referencia la misma distribución que la de la Encuesta Permanente de Hogares.

La muestra fue distribuida de la siguiente forma:

Tabla A3.1. Distribución de la Muestra por Departamento y Area

Departamento	UPM			Viviendas		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0 Asunción	7	7	-	84	84	-
1 Concepción	3	1	2	36	12	24
2 San Pedro	5	1	4	60	12	48
3 Cordillera	6	2	4	72	24	48
4 Guairá	5	2	3	60	24	36
5 Caaguazú	5	2	3	60	24	36
6 Caazapá	5	1	4	60	12	48
7 Itapúa	8	3	5	96	36	60



Departamento	UPM			Viviendas			
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
8	Misiones	3	2	1	36	24	12
9	Paraguarí	4	1	3	48	12	36
10	Alto Paraná	10	6	4	120	72	48
11	Central	14	11	3	168	132	36
12	Ñeembucú	4	2	2	48	24	24
13	Amambay	4	2	2	48	24	24
14	Canindeyú	5	2	3	60	24	36
15	Pte. Hayes	4	1	3	48	12	36
TOTAL		92	46	46	1.104	552	552

Fuente: INE.

Definidos los segmentos (UPM) a encuestar en cada dominio y en forma previa a la segunda etapa de muestreo, se procederá al relevamiento cuantitativo la totalidad de viviendas en cada segmento seleccionado. Este relevamiento es fundamental para la posterior expansión de las encuestas y para la definición del intervalo entre viviendas a ser encuestadas dentro de un mismo segmento.

En la segunda etapa de muestreo se seleccionan, con muestreo aleatorio sistemático, una cantidad fija de viviendas particulares encuestables (12) por segmento. El muestreo sistemático seleccionará una vivienda al azar y, a partir de ella, mediante un criterio sistemático otras 11 viviendas en el mismo radio. El criterio de sistematización será el de dejar un intervalo predeterminado entre viviendas encuestadas, intervalo que será función de la cantidad de viviendas totales en el radio.



CONSOLIDACIÓN DEL BEU



TOMO IV



1. Introducción

La elaboración del Balance de Energía Útil (BEU) de Paraguay del año 2021, en el marco del proyecto OLADE-Euroclima (+), abarcó los sectores Residencial, Industrial y Transporte.

En los sectores Residencial e Industrial se realizaron encuestas sobre consumo y usos de la energía con la finalidad de obtener:

- Consumos de energía por fuentes y usos a nivel de módulos homogéneos dentro de cada sector.
- Consumos en términos de energía final y energía útil, y la obtención de los rendimientos promedio de utilización.
- Consumos de energía por tipo de equipo y antigüedad.
- Autoproducción de electricidad.

Para el sector Transporte no se realizaron encuestas, sino que se obtuvieron los consumos de energía por tipo de vehículo y fuente a partir de información secundaria del parque vehicular, recorridos medios y consumos específicos para el modo carretero; y de estadísticas registradas sobre consumos de combustibles para los modos aéreo y fluvial.

La consolidación del BEU implica integrar los resultados obtenidos en los tres sectores al Balance Energético Nacional (BEN) del año 2021 elaborado por el Viceministerio de Minas y Energía (VMME) de Paraguay. Las encuestas permiten obtener información primaria sobre aquellos consumos finales de energía para los cuales no existen registros sistemáticos y completos, particularmente las fuentes provenientes de las biomásas -leña, carbón vegetal, bagazo y otros residuos- y de energía solar. También, se obtienen de las encuestas los consumos finales de electricidad y de los derivados del petróleo. Para estos debe decidirse qué valores resultan más confiables: si los obtenidos de las estadísticas registradas con las que se elabora el BEN o los obtenidos de las encuestas. En general, para estos casos se adoptan los valores del BEN.

Otro aspecto a tener en cuenta es que para el BEN se obtienen los consumos finales totales de los derivados del petróleo con una adecuada precisión, sea a partir de las ventas al mercado o del balance de oferta de cada fuente. Pero la distribución de ese consumo final total en los distintos sectores se realiza por métodos simplificados, ya que las estadísticas no proveen los consumos sectoriales. En estos casos, las encuestas pueden proporcionar una mejor aproximación del consumo sectorial, respetando el consumo final total.



En este documento se presenta la integración de los resultados obtenidos de las encuestas residenciales e industriales y los consumos obtenidos para el transporte carretero al BEN 2021, indicándose en qué casos es necesario adoptar los valores resultantes de las encuestas. Luego se describe la metodología de actualización del BEU para los años siguientes a 2021 y, finalmente, las principales conclusiones y recomendaciones del presente estudio.



2. Matriz general del BEN 2021 y del BEU 2021

En la Tabla 2.1 se presenta la matriz del BEN 2021 elaborado por OLADE, en su formato común para los países de la región, que toma como fuente de información el BEN 2021 del Viceministerio de Minas y Energía (VMME) de Paraguay.

A continuación, en la Tabla 2.2, la matriz del BEU 2021 consolidado que integra los resultados de los sectores Transporte, Industrial y Residencial al BEN 2021.

En la sección siguiente se muestran las diferencias entre el BEU 2021 consolidado y el BEN 2021 y los criterios adoptados en cada sector para los consumos de las distintas fuentes energéticas.

Tabla 2.1. Matriz del Balance Energético Nacional (BEN) 2021 (ktep)

	CARBÓN MINERAL	HIDROENERGÍA	LEÑA	CAÑA DE AZÚCAR	OTRAS PRIMARIAS	TOTAL PRIMARIAS	ELECTRICIDAD	GAS LICUADO	GASOLINA/ALCOHOL	KEROSENE/JET FUEL	DIESEL OIL	FUEL OIL	COQUE	CARBÓN VEGETAL	NO ENERGÉTICO	TOTAL SECUNDARIAS	TOTAL
PRODUCCIÓN		3.741,87	2.342,86	1.135,33	597,31	7.817,37	3.489,55		201,09					315,05		4.005,69	7.817,37
IMPORTACIÓN	0,57		0,43			1,00		95,23	754,59	35,44	1.648,35	0,17	45,75	0,35	63,14	2.643,02	2.644,02
EXPORTACIÓN			0,07			0,07	1.867,85							110,82		1.978,67	1.978,74
VARIAC. DE INVENTARIOS								-2,00	14,65		71,19					83,84	83,84
NO APROVECHADO		89,25				89,25											89,25
OFERTA TOTAL	0,57	3.652,62	2.343,22	1.135,33	597,31	7.729,05	1.621,70	93,23	970,33	35,44	1.719,54	0,17	45,75	204,58	63,14	4.753,88	8.477,24
REFINERÍAS																	
CENTRALES ELÉCTRICAS		-3.652,62				-3.652,62	3.489,55				-0,52					3.489,55	-163,59
AUTOPRODUCTORES							0,16				-0,54						
CENTROS DE GAS																	
CARBONERA			-640,34			-640,34								315,05		315,05	-325,29
COQUERÍA Y ALT. HORNOS																	
DESTILERÍA				-1.135,33		-1.135,33			201,09							201,09	-934,24
OTROS CENTROS																	
TOTAL TRANSFORMACIÓN		-3.652,62	-640,34	-1.135,33		-5.428,29					-1,06					-0,52	-1.423,12
CONSUMO PROPIO							24,05									24,05	24,05
PÉRDIDAS							418,93									418,93	418,93
AJUSTE			0,00			0,00	0,00		-1,04		-0,54	0,00		0,00		-1,04	-1,04
TRANSPORTE								8,30	968,88	35,07	1.719,02					2.731,27	2.731,27
INDUSTRIAL	0,57		822,35		597,31	1.420,23	210,80	1,16	2,14	0,12	0,14	45,75		3,16		263,27	1.683,50
RESIDENCIAL			869,28			869,28	531,05	78,79	0,35	0,25	0,03			189,10		799,57	1.668,85
COMERCIAL, SERV. PÚBL.			5,71			5,71	201,66	4,98						12,32		218,96	224,67
AGRO, PESCA Y MINERÍA																	
CONSTRUCCIÓN Y OTROS			5,54			5,54	235,21									235,21	240,75
CONSUMO ENERGÉTICO	0,57		1.702,88		597,31	2.300,76	1.178,72	93,23	971,37	35,44	1.719,02	0,17	45,75	204,58		4.248,28	6.549,04
CONSUMO NO ENERGÉTICO															63,14	63,14	63,14
CONSUMO FINAL	0,57		1.702,88		597,31	2.300,76	1.178,72	93,23	971,37	35,44	1.719,02	0,17	45,75	204,58	63,14	4.311,42	6.612,18

Fuente: sieLAC-OLADE y VMME de Paraguay.

Tabla 2.2. Matriz del Balance de Energía Útil (BEU) 2021 Consolidado (ktep)

	CARBÓN MINERAL	HIDOENERGÍA	LEÑA	CAÑA DE AZÚCAR	OTRAS PRIMARIAS	TOTAL PRIMARIAS	ELECTRICIDAD	GAS LICUADO	GASOLINA/ ALCOHOL	KEROSENE/ JET FUEL	DIÉSEL OIL	FUEL OIL	COQUE	CARBÓN VE. GETAL	NO ENERGÉTICO	TOTAL SECUNDARIAS	TOTAL
PRODUCCIÓN		3.741,87	1.656,08	1.135,33	535,20	7.068,48	3.489,55		201,09					284,45		3.975,09	7.068,48
IMPORTACIÓN	0,57		0,43			1,00		163,52	754,59	35,44	1.648,35	20,28	45,75	0,35	63,14	2.731,41	2.732,41
EXPORTACIÓN			0,07			0,07	1.867,85							110,82		1.978,67	1.978,74
VARIAC. DE INVENTARIOS								-2,00	14,65		71,19					83,84	83,84
NO APROVECHADO		89,25				89,25											89,25
OFERTA TOTAL	0,57	3.652,62	1.656,44	1.135,33	535,20	6.980,16	1.621,70	161,52	970,33	35,44	1.719,54	20,28	45,75	173,98	63,14	4.811,67	7.816,75
REFINERÍAS																	
CENTRALES ELÉCTRICAS		-3.652,62				-3.652,62	3.489,55				-0,52					3.489,55	-163,59
AUTOPRODUCTORES							0,16				-0,54						
CENTROS DE GAS																	
CARBONERA			-578,14			-578,14								284,45		284,45	-293,69
COQUERÍA Y ALT. HORNOS																	
DESTILERÍA				-1.135,33		-1.135,33			201,09							201,09	-934,24
OTROS CENTROS																	
TOTAL TRANSFORMACIÓN		-3.652,62	-578,14	-1.135,33		-5.366,09					-1,06					-0,52	-1.391,52
CONSUMO PROPIO							24,05									24,05	24,05
PÉRDIDAS							418,93									418,93	418,93
AJUSTE								-2,00	16,36		-0,54					13,82	13,82
TRANSPORTE								8,30	953,27	35,07	1.464,38					2.461,01	2.461,01
INDUSTRIAL	0,57		488,99		533,00	1.022,56	210,80	4,12	0,36	0,12	16,82	20,25	45,75	0,07		298,29	1.320,85
RESIDENCIAL			578,07		2,20	580,27	531,05	146,11	0,35	0,25		0,03		161,58		839,38	1.419,64
COMERCIAL, SERV., PUBL.			5,71			5,71	201,66	4,98						12,32		218,96	224,67
AGRO, PESCA Y MINERÍA											237,82					237,82	237,82
CONSTRUCCIÓN Y OTROS			5,54			5,54	235,21									235,21	240,75
CONSUMO ENERGÉTICO	0,57		1.078,31		535,20	1.614,08	1.178,72	163,52	953,97	35,44	1.719,02	20,28	45,75	173,98		4.290,67	5.904,75
CONSUMO NO ENERGÉTICO															63,14	63,14	63,14
CONSUMO FINAL	0,57		1.078,31		535,20	1.614,08	1.178,72	163,52	953,97	35,44	1.719,02	20,28	45,75	173,98	63,14	4.353,81	5.967,89

Fuente: elaboración propia a partir de sieLAC, del VMME de Paraguay y resultados BEU 2021.



3. Diferencias entre el BEU 2021 y el BEN 2021

Si bien del BEU se obtiene información solamente sobre el consumo final de energía, sus resultados, pueden afectar el balance de los centros de transformación y el balance de energía primaria. En consecuencia, se afecta toda la estructura del balance energético llegando hasta la producción de energía primaria.

3.1 Sector Transporte

El consumo final del sector Transporte en el BEU es de 2.461 ktep, mientras que en el BEN de 2.731 ktep, es decir una disminución 9,9% respecto al BEN.

En gas licuado y kerosene/jet fuel se adoptaron para el BEU los valores del BEN. En gasolina/alcohol se siguió el mismo criterio, la disminución del BEU en 1,6% se debe a un ajuste realizado en el BEN por el VMME y se decidió no modificar el BEN original.

Tabla 3.1. Comparación BEU 2021 – BEN 2021 sector Transporte (ktep)

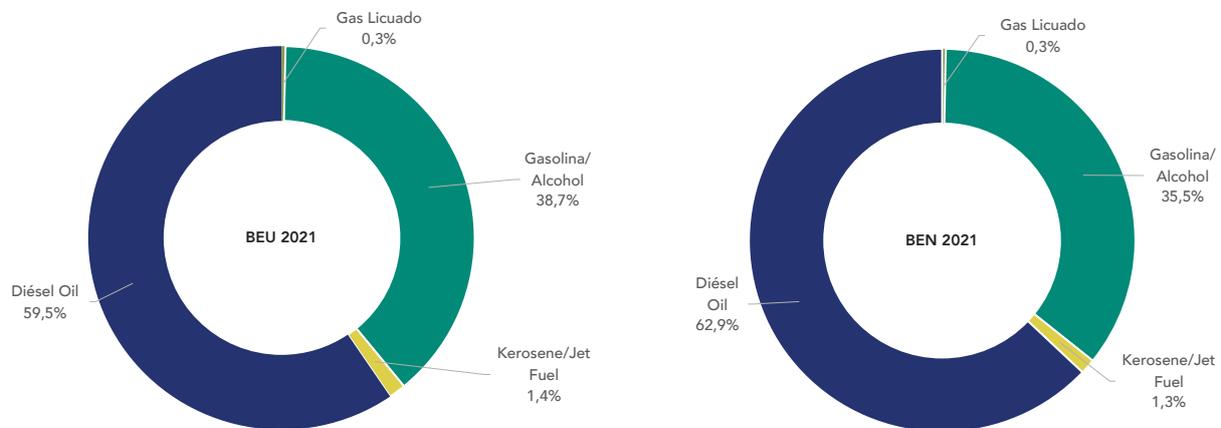
Fuentes	BEU	BEN	BEU - BEN	
Gas Licuado	8,30	8,30	0,00	0,0%
Gasolina/Alcohol	953,27	968,88	-15,61	-1,6%
Kerosene/Jet Fuel	35,07	35,07	0,00	0,0%
Diésel Oil	1.464,38	1.719,02	-254,64	-14,8%
TOTAL TRANSPORTE	2.461,01	2.731,27	-270,26	-9,9%

Fuente: elaboración propia.

La disminución más significativa fue en el diésel oil, dado que en el BEU se calcularon los consumos del Agro (237,82 ktep) y se obtuvieron de la encuesta los consumos del sector Industrial (16,82 ktep), que constituyen la diferencia de -254,64 ktep en el BEU respecto al BEN.



Gráficos 3.1. Comparación BEU 2021 – BEN 2021 sector Transporte



Fuente: elaboración propia.

3.2 Sector Industrial

Para el BEU del sector Industrial se adoptaron los consumos finales del BEN de las siguientes fuentes: carbón mineral, electricidad, kerosene/jet fuel y coque. Para las restantes fuentes se consideraron los resultados de la encuesta.

Entre las principales diferencias se destacan: una disminución del 40,5% del consumo final de leña; una disminución del 10,8% en otras primarias (residuos de biomasa); el consumo de 16,82 ktep de diésel oil relevado en la encuesta; un aumento del consumo de fuel oil en 20,11 ktep también relevado en la encuesta; y, finalmente, una disminución del 97,7% del consumo de carbón vegetal, aunque en valores absolutos es pequeño.

Como resultado, el Total Industrial disminuyó en 362,65 ktep en el BEU respecto al BEN, un 21,5% menos.

Tabla 3.2. Comparación BEU 2021 – BEN 2021 sector Industrial (ktep)

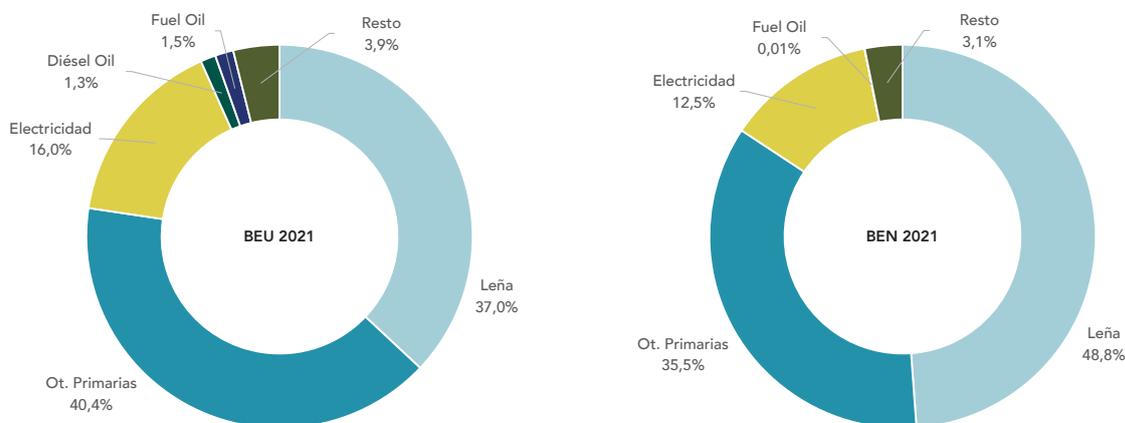
Fuentes	BEU	BEN	BEU - BEN	
C. Mineral	0,57	0,57	0,00	0,0%
Leña	488,99	822,35	-333,36	-40,5%
Ot. Primarias	533,00	597,31	-64,31	-10,8%



Fuentes	BEU	BEN	BEU - BEN	
Electricidad	210,80	210,80	0,00	0,0%
Gas Licuado	4,12	1,16	2,96	255,4%
Gasolina/Alcohol	0,36	2,14	-1,78	-83,3%
Kerosene/Jet Fuel	0,12	0,12	0,00	0,0%
Diésel Oil	16,82		16,82	
Fuel Oil	20,25	0,14	20,11	14361,1%
Coque	45,75	45,75	0,00	0,0%
C. Vegetal	0,07	3,16	-3,09	-97,7%
TOTAL INDUSTRIAL	1.320,85	1.683,50	-362,65	-21,5%

Fuente: elaboración propia.

Gráficos 3.2. Comparación BEU 2021 – BEN 2021 sector Industrial



Fuente: elaboración propia.

3.3 Sector Residencial

Para el BEU Residencial se mantienen los valores del BEN en electricidad, gasolina/alcohol, kerosene/jeto fuel y fuel oil. Los consumos finales de las restantes fuentes son los obtenidos de las encuestas.



Se destaca una disminución significativa del consumo de leña en relación a los valores consignados en el BEN, una reducción del 33,5%. Otra disminución importante se observa en el carbón vegetal del 14,6%.

En sentido contrario, el consumo final de gas licuado resultante del BEU es un 85,4% superior al BEN. Se decidió mantener el valor del BEU dada la confiabilidad de la encuesta y ello llevaría a revisar las estadísticas registradas en los correspondientes organismos oficiales.

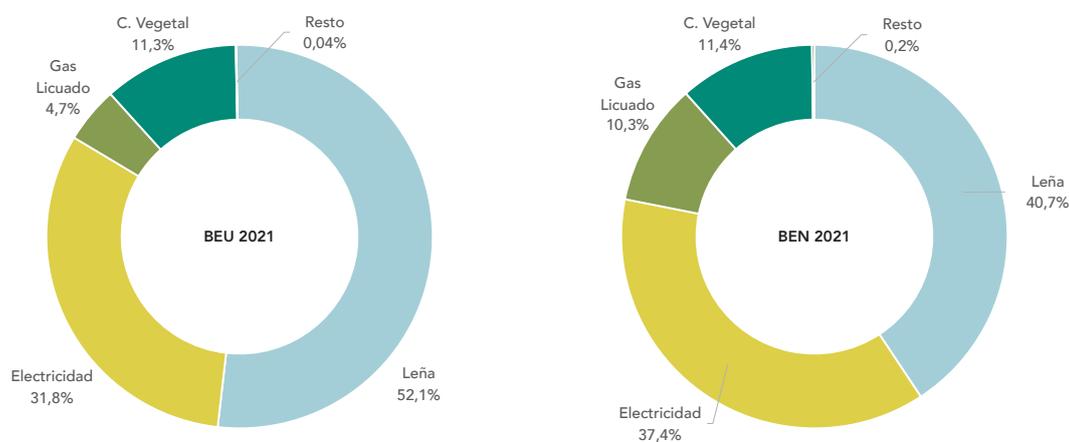
En el total del consumo final Residencial, la disminución del BEU respecto al BEN es del 14,9%.

Tabla 3.3. Comparación BEU 2021 – BEN 2021 sector Residencial (ktep)

Fuentes	BEU	BEN	BEU - BEN	
Leña	578,07	869,28	-291,21	-33,5%
Ot. Primarias	2,20		2,20	
Electricidad	531,05	531,05	0,00	0,0%
Gas Licuado	146,11	78,79	67,32	85,4%
Gasolina/Alcohol	0,35	0,35	0,00	0,0%
Kerosene/Jet Fuel	0,25	0,25	0,00	0,0%
Fuel Oil	0,03	0,03	0,00	0,0%
C. Vegetal	161,58	189,10	-27,52	-14,6%
TOTAL RESIDENCIAL	1.419,64	1.668,85	-249,21	-14,9%

Fuente: elaboración propia.

Gráficos 3.3. Comparación BEU 2021 – BEN 2021 sector Residencial



Fuente: elaboración propia.



3.4 Consumo Energético

En este apartado se consolidan los resultados del Consumo Energético total. Se observa que los resultados del BEU son un 9,8% inferiores a los del BEN.

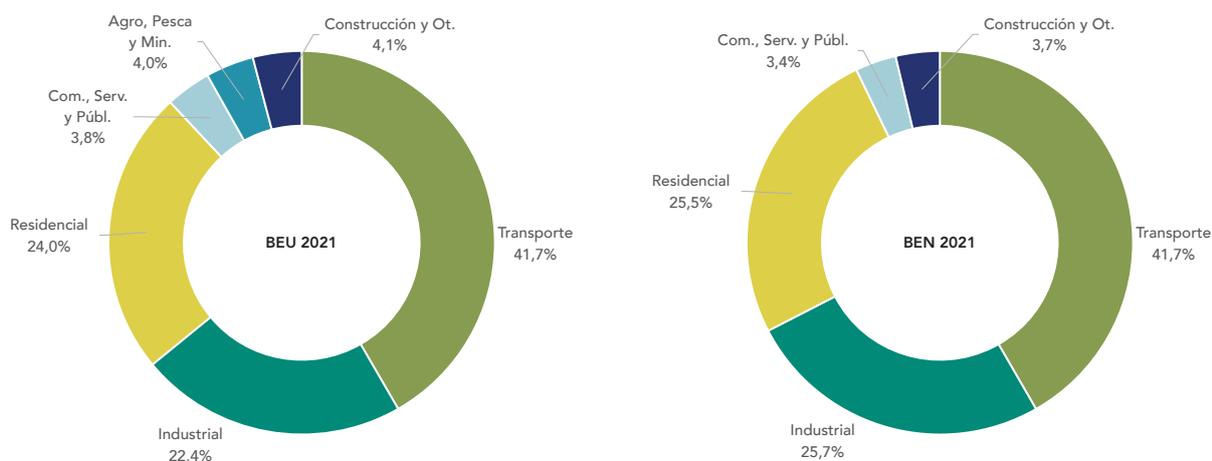
Las principales disminuciones se observan en el consumo final Industrial (21,5%), seguido del Residencial (-14,9%) y finalmente del Transporte (9,9%). En sentido contrario, en el BEU se estimaron los consumos finales del Agro, que no se consignan en el BEN.

Tabla 3.4. Comparación BEU 2021 – BEN 2021 Consumo Energético Total por sectores (ktep)

Sectores	BEU	BEN	BEU - BEN	
Transporte	2.461,01	2.731,27	-270,26	-9,9%
Industrial	1.320,85	1.683,50	-362,65	-21,5%
Residencial	1.419,64	1.668,85	-249,21	-14,9%
Com., Serv. y Públ.	224,67	224,67	0,00	0,0%
Agro, Pesca y Min.	237,82		237,82	
Construcción y Ot.	240,75	240,75	0,00	0,0%
CONSUMO ENERGÉTICO	5.904,75	6.549,04	-644,29	-9,8%

Fuente: elaboración propia.

Gráficos 3.4. Comparación BEU 2021 – BEN 2021 Consumo Energético Total por sectores



Fuente: elaboración propia.



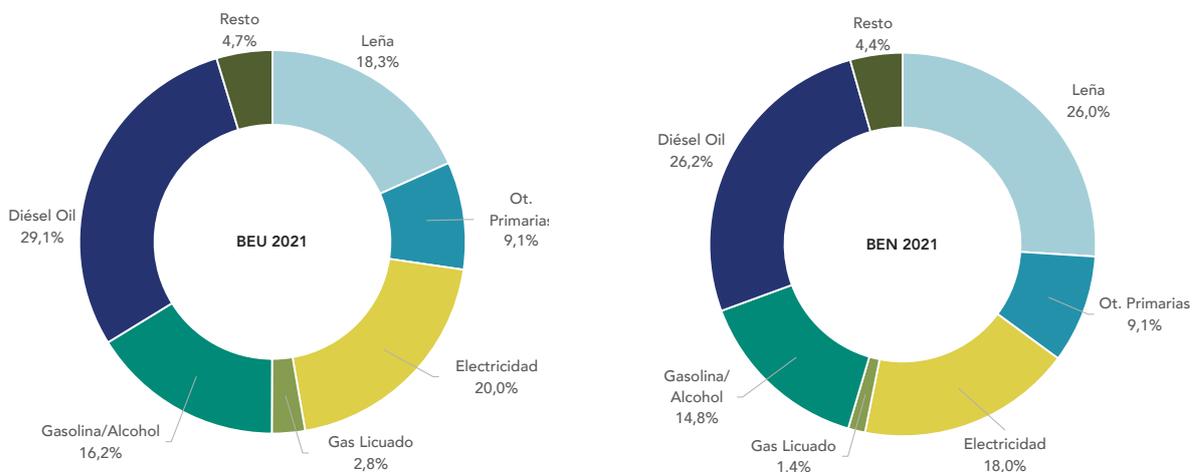
En la siguiente tabla y gráficos se presenta la comparación del Consumo Energético Total por fuentes.

Tabla 3.5. Comparación BEU 2021 – BEN 2021 Consumo Energético Total por fuentes (ktep)

Fuentes	BEU	BEN	BEU - BEN	
C. Mineral	0,57	0,57	0,00	0,0%
Leña	1.078,31	1.702,88	-624,57	-36,7%
Ot. Primarias	535,20	597,31	-62,11	-10,4%
Electricidad	1.178,72	1.178,72	0,00	0,0%
Gas Licuado	163,52	93,23	70,29	75,4%
Gasolina/Alcohol	953,97	971,37	-17,39	-1,8%
Kerosene/Jet Fuel	35,44	35,44	0,00	0,0%
Diésel Oil	1.719,02	1.719,02	0,00	0,0%
Fuel Oil	20,28	0,17	20,11	11826,8%
Coque	45,75	45,75	0,00	0,0%
C. Vegetal	173,98	204,58	-30,60	-15,0%
TOTAL	5.904,75	6.549,04	-644,29	-9,8%

Fuente: elaboración propia.

Gráficos 3.5. Comparación BEU 2021 – BEN 2021 Consumo Energético Total por fuentes



Fuente: elaboración propia.



3.5 Producción de Energía Primaria

Como consecuencia de los nuevos valores de consumo final obtenidos en el BEU en leña, carbón vegetal y otras primarias (bagazo y otros residuos) se modifica la oferta de energía primaria de Paraguay y, en consecuencia, cambian también los valores de producción de energía primaria.

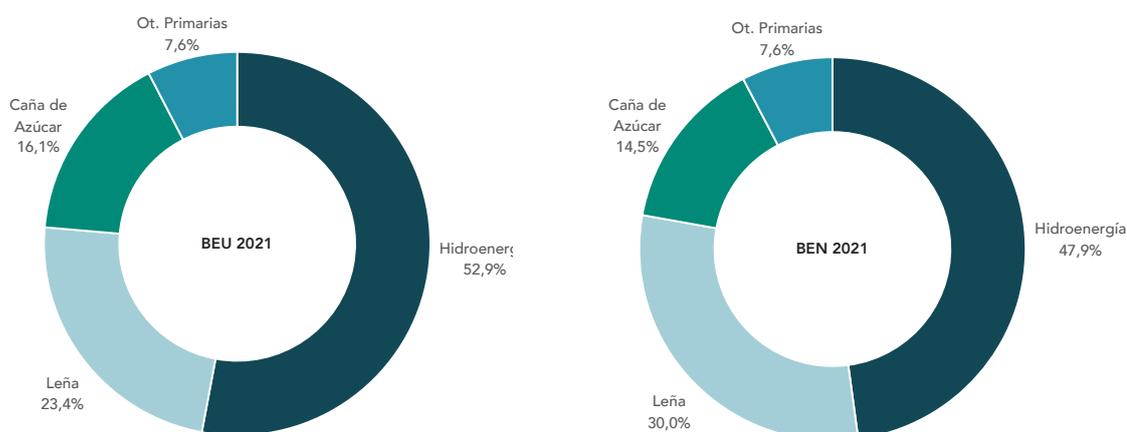
La producción de energía primaria obtenida del BEU resulta un 9,6% inferior a la del BEN. Ello es debido a un menor consumo de leña tanto para el consumo final como el consumo intermedio en las carboneras. Otras primarias (residuos de biomasa) también reducen su consumo significativamente a partir de los resultados de la encuesta Industrial.

Tabla 3.6. Comparación BEU 2021 – BEN 2021 Producción de Energía Primaria (ktep)

Fuentes	BEU	BEN	BEU - BEN	
Hidroenergía	3.741,87	3.741,87	0,00	0,0%
Leña	1.656,08	2.342,86	-686,78	-29,3%
Caña de Azúcar	1.135,33	1.135,33	0,00	0,0%
Ot. Primarias	535,20	597,31	-62,11	-10,4%
TOTAL PRIMARIAS	7.068,48	7.817,37	-748,89	-9,6%

Fuente: elaboración propia.

Gráficos 3.6. Comparación BEU 2021 – BEN 2021 Producción de Energía Primaria



Fuente: elaboración propia.



4. Metodología de actualización del BEU

La actualización de los resultados del BNEU consiste básicamente en proyectar los resultados obtenidos de las encuestas sobre consumos de energía para el año del relevamiento o año base (2021 en nuestro caso) a los años siguientes. Incluso, con la misma metodología, se pueden obtener resultados para los años anteriores.

El método parte de suponer que, en el corto plazo -alrededor de los cinco años-, ciertas relaciones estructurales del consumo energético no se modifican apreciablemente y, debido a ello, se las mantiene constantes. Estas relaciones son, para cada módulo homogéneo (MH):

- Intensidad energética o consumo específico final (consumo de energía final por unidad de actividad).
- Participación de los usos en el consumo de energía útil.
- Rendimientos de utilización por fuentes y usos

Si bien no se puede establecer a priori un plazo en el que será necesario volver a realizar las encuestas, se considera que el método de actualización propuesto da una validez razonable a sus resultados de 5 a 10 años, atendiendo a que la finalidad principal del BEU es realizar la prospectiva de largo plazo y la formulación de la política energética. Este periodo de "validez" de las encuestas energéticas dependerá de los cambios que ocurran en el abastecimiento y consumo de determinadas fuentes y de la información secundaria disponible que permita evaluar los efectos de dichos cambios sobre el consumo energético. Será en definitiva el analista energético quien deba decidir el momento para la realización de una nueva encuesta, si es que dispone de fondos para ello.

El proceso de actualización consta de dos etapas:

1. Obtención de los consumos de energía final por fuentes y sectores.
2. Obtención del consumo neto y útil por usos en cada módulo homogéneo (MH).



4.1 Obtención de los consumos de energía final por fuentes y sectores

4.1.1 Re-expansión de las muestras

Se vuelven a expandir las muestras encuestadas con el mismo método aplicado en el año base (2021). Se supone inicialmente que la estructura de la matriz de consumo final por fuentes y usos de cada MH no cambió en el año actual o de actualización. Simplemente se divide la matriz de consumo de energía final por fuentes y usos de cada MH por el nivel de actividad del año base del MH y se la multiplica por el nivel de actividad del año actual del MH. Los niveles de actividad utilizados en cada sector son:

Sector	Nivel de actividad
Residencial	Cantidad de hogares por MH
Industrial	Cantidad empleados por MH

Por sumatoria de estos resultados re-expandidos de cada MH se obtiene el consumo final de cada fuente i (CF_i) por subsectores, sectores y total.

Para el modo carretero del sector Transporte se realiza el cálculo con los valores del parque por tipo de vehículo del año actual.

Se suman luego los consumos de cada fuente de los sectores transporte y construcción y otros, calculados a partir de información secundaria con la metodología aplicada en cada caso. Para los modos fluvial y marítimo se toma los valores del BEN del año actual.

Luego el consumo final total de cada fuente en los tres sectores se compara con el valor consignado en el BEN del año actual. Y según que las fuentes sean comerciales o no comerciales se siguen diferentes criterios para ajustar los valores re-expandidos al BEN, que se presentan a continuación.



4.1.2 Ajuste del consumo final de fuentes comerciales

Es aplicable, en el caso de Paraguay, a los derivados del petróleo y la electricidad.

Para los derivados de petróleo se considera como valor a adoptar para el Consumo Final total (CF_i) de cada fuente i el valor consignado en el BEN como Consumo Energético total (CET_i). Entonces, a todos los vectores columna correspondientes a la fuente y de cada matriz de consumo neto por fuentes y usos se los multiplica por el siguiente Factor de ajuste (Fa_i):

$$Fa_i = CET_i / CF_i$$

De este modo se ajustan los consumos finales de la fuente i para cada uso j , de modo que su sumatoria será igual a CET_i ¹.

En el caso de la electricidad (EE) será:

$$Fa_{EEj} = CE_{EEj} / CF_{EEj}$$

Donde:

j es el sector de consumo: residencial, industria o comercial, servicios y público.

CE_{EEj} es el consumo de electricidad del BEN en el sector j

CF_{EEj} es el consumo de electricidad de la muestra expandida del sector j

¹ En Paraguay para el gas licuado y el fuel oil no se utiliza este método, sino que se adoptan los resultados de la encuesta como se ha explicado en los apartados 3.4 y 3.5.



4.1.3 Ajuste del consumo neto total de fuentes no comerciales

Comprende leña, residuos de biomasa, carbón vegetal y solar².

Se parte del valor re-expandido de CFi obtenido en el apartado 4.1.1 y se procede a ajustarlos si hay información adicional específica que permita hacerlo, por ejemplo:

- Leña: ajustar el CFi del sector Residencial a partir de la variación entre el año base y el año actual de la participación de la leña como combustible principal para cocinar obtenido de las encuestas de hogares.
- Solar: si se dispone de registros de importación o ventas de calentadores solares de agua.

El valor resultante de este análisis de ajuste es el que se adopta y se coloca en el BEU como consumo final de la fuente.

4.2 Obtención del consumo de energía útil por fuentes y usos en cada módulo homogéneo (MH) y el total

Del punto anterior se obtiene las matrices de consumo por fuentes y usos en energía final para cada MH. Multiplicando estas matrices por su correspondiente matriz de rendimientos obtenidas para el año base (2021) se obtienen las matrices en energía útil de cada MH y luego por sumatoria los totales sectoriales y total nacional.

² Para los consumos de energía solar térmica debe realizarse un muestreo específico debido a que, por la baja difusión de esta tecnología, en la muestra realizada no se han detectado prácticamente estos casos.



5. Conclusiones y recomendaciones

- El BEU realizado para la República de Paraguay para el año 2021 constituye una herramienta adecuada para el diagnóstico y la prospectiva energética de largo plazo utilizando metodologías analíticas, elementos fundamentales para el diseño de la política energética del país. Se considera que con la elaboración del BEU 2021 y su consolidación con el BEN elaborado por el VMME se ha mejorado significativamente la calidad de la información energética del país para la planificación del sector.
- Se recomienda adoptar los resultados del BEU e incorporarlos en la elaboración del BEN en aquellos casos mencionados en el presente informe.
- Se sugiere realizar el BEU del sector Comercial, Servicios y Público para integrarlos al presente trabajo. También calcular regularmente los consumos de diésel oil en el sector Agro a partir de las superficies cultivadas de los diferentes cultivos y su tecnología de producción agrícola.
- Se debe actualizar el BEU en los años sucesivos sobre la base de la metodología presentada en este documento y las mejoras adicionales que consideren los profesionales dedicados a la elaboración del BEN del VMME.
- Se sugiere incorporar al BEN los resultados del estudio “Diagnóstico del Consumo de Energía y Biomasa en el Sector Industrial y apoyo a la Coordinación del Balance de Energía Útil” de Paraguay en lo referente al balance de los centros de transformación de Destilerías de Alcohol y Plantas de Biodiesel.
- Se considera necesario realizar una encuesta específica sobre consumo de energía solar térmica y producción de electricidad fotovoltaica, tomando como marco muestral aquellas unidades de consumo que dispongan de estos equipos.



olade 50 AÑOS
1973 - 2023

ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA | LATIN AMERICAN ENERGY ORGANIZATION | ORGANIZAÇÃO LATINO-AMERICANA DE ENERGIA | ORGANISATION LATINO-AMERICAINE D'ENERGIE



MINISTERIO DE
**OBRAS PÚBLICAS Y
COMUNICACIONES**
VICEMINISTERIO DE
MINAS Y ENERGÍA
PARAGUAY

 OLADE - Organización Latinoamericana de energía

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

 @OLADEORG

 Organización Latinoamericana de Energía OLADE

Dirección: Av. Mariscal Antonio José de Sucre
N58-63 y Fernández Salvador
Edif. Olade - San Carlos, Quito - Ecuador.

Teléfono: (593 2) 259 8122 / 2598 280

www.olade.org
olade@olade.org